



Ana Cristina Salgueiro Duarte Gaspar

Licenciada em Ciências da Engenharia do Ambiente

**Infraestruturas verdes promotoras de um
planeamento urbano sustentável e biofílico. O
exemplo do Subdistrito Butantã na cidade de
São Paulo (Brasil)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Orientador : José Carlos Ribeiro Ferreira, Prof. Assistente,
FCT-UNL

Co-orientador : Paulo Renato Mesquita Pellegrino, Prof.
Catedrático, FAU-USP

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Pedro Santos Coelho

Arguente: Profa. Doutora Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz

Vogais: Prof. Assistente José Carlos Ribeiro Ferreira
Prof. Doutor Paulo Renato Mesquita Pellegrino



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Outubro, 2012

Infraestruturas verdes promotoras de um planeamento urbano sustentável e biofílico. O exemplo do Subdistrito Butantã na cidade de São Paulo (Brasil)

Copyright © Ana Cristina Salgueiro Duarte Gaspar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*"The river that everything drags is known as violent, but
nobody calls violent the margins that arrest him."*

Bertold Brecht

Agradecimentos

A dissertação apresentada resultou de uma experiência única, com momentos muito positivos e outros menos, mas que ao longo da qual fui recebendo o maior apoio e estímulo de muitas pessoas. Por tudo isto, o contributo dessas pessoas, durante a elaboração do trabalho foi de extrema importância para os valores que este possa ter.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. José Carlos Ferreira, pela oportunidade única de realizar esta dissertação em São Paulo, Brasil. Sem ele, esta experiência não teria sido possível de ser concretizada e o estudo de caso fora do território, traria, certamente, resultados menos reais. A sua contribuição foi muito positiva e fundamental para a finalização deste trabalho.

É de destacar o papel desempenhado pelo meu co-orientador, Prof. Paulo Pellegrino. Durante todo o processo de realização deste trabalho, os seus comentários e sugestões foram de maior importância. A minha gratidão começa na forma como fui recebida, passando pelo papel que teve na persistência da minha regularização relativamente à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e acabando pelos conhecimentos profundos acerca da temática abordada: a pedagogia adotada, o conhecimento aprofundado e, não menos importante, o sentido de humor com que essa informação é passada. Assim, os méritos que esta dissertação possa ter devem-se, em grande parte, ao meu co-orientador Prof. Paulo Pellegrino.

O meu reconhecimento ao CESAD (Seção de Produção de Bases Digitais para Arquitetura e Urbanismo), em particular ao Ricardo Nader. Sem ele, a obtenção de informação geográfica teria sido muito mais complicada e, certamente, com mais erros. A amizade construída com os meus colegas de casa em Butantã (São Paulo) foi, também ela, essencial para a conclusão desta dissertação de uma forma positiva e pouco atribulada. Aqui, não posso deixar de destacar a força, o conhecimento e o alento de Rubén Martinez e Alexandre Camargo.

Já em Portugal a amizade de Pedro Dias também se mostrou fulcral para a finalização deste trabalho. A sua contribuição foi única e, por isso, aqui lhe deixo um “muito obrigada”.

À minha irmã Catarina Gaspar, pela força, entusiasmo e ânimo que me deu nos momentos menos bons, próprios da realização de qualquer trabalho. O seu apoio foi muito importante para manter a minha motivação e, sem ela, certamente a conclusão desta dissertação teria sido mais complicada.

Por último, mas não menos importante, um enorme reconhecimento pelo apoio prestado pelos meus pais. Este apoio traduz-se, não só na conclusão desta etapa da minha vida, mas também no suporte que me deram em todas as fases desta. Sem eles, não me teria tornado a pessoa que sou hoje e, por isso, aqui deixo um agradecimento especial e um grande beijo aos dois.

Resumo

O crescimento de uma cidade envolve mudanças a todos os níveis: ambientais, culturais, sociais e económicos. No entanto, se esse crescimento não tiver em consideração a paisagem e os benefícios que uma harmonia com o espaço "natural" consegue proporcionar, poderão surgir problemas que afetarão a população e os seus recursos. As linhas de água e as suas margens, normalmente, não são consideradas nos planos e projetos locais e regionais, aumentando ainda mais o carácter dicotómico entre o ambiente construído e natural e os problemas que daí podem resultar.

Nesta dissertação foi analisada uma região do município de São Paulo, o Subdistrito Butantã. Antes da elaboração de propostas de melhoria para o local, foram identificados os conflitos existentes neste subdistrito tendo em consideração a principal linha de água que se encontra presente, o Córrego Pirajuçara (ribeira de pequenas dimensões). Depois da análise do território chegou-se à conclusão da existência de dois problemas principais e relacionados entre si: a impermeabilização do solo e o desprezo das margens e vegetação ciliar do córrego.

Assim, o objetivo desta dissertação foi a elaboração de uma Infraestrutura Verde (IFV) que deve fazer parte de uma estratégia de desenvolvimento de um plano sustentável. Neste âmbito, para além de se apresentar esta proposta, a dissertação apresentada deve ser utilizada com o intuito de contribuir com informações para futuros estudos de modo a salientar as potencialidades desta zona e a minimizar os problemas encontrados.

Deste modo, a proposta de IFV pretende que estas problemáticas sejam corrigidas e baseia-se nos princípios da Ecologia da Paisagem. Assim, é considerada a paisagem como uma parte do território, a interação dos ecossistemas, a importância da heterogeneidade espacial e a importância da tradução dos princípios ecológicos para uma escala prática de planeados, engenheiros e arquitetos.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde, Córrego Pirajuçara, Ecologia da Paisagem Urbana, Paisagem, Subdistrito Butantã, Unidades paisagísticas.

Abstract

A city growth means that there will be changes at all levels, environmental, cultural, social and economic. However if the actual landscape and the benefits of that a harmony with its natural environment are not accounted for, there will be problems to both the population and its resources. The water lines and its river banks are usually left out of planning for a certain region, leaving the new built environment and the natural one even further apart which will cause several problems.

In this dissertation a small area of the São Paulo region, the sub district of Butantã was analyzed. Before improvement proposals for the area were made the conflicts in this sub district were regarded, accounting for the main water line present in Pirajuçara Stream (a small river). After the territory analysis, a conclusion was reached. There were two main problems which were dependent of one another: the soil permeability and a disregard for the river banks and nearby vegetation to the stream.

So, this dissertation goal was the elaboration of a green infrastructure which shall be part of a sustainable development strategy. To go even further with this proposal, the presented dissertation shall also be used as a promoter of future studies to highlight the full potential of the area and minimize the problems found.

This way, the green infrastructure proposal pretends to correct such problems and it's based in the Landscape Ecology principals. So the landscape is thought as part of the territory, the ecosystem interaction, and importance of a special heterogeneity and the use of the ecology principals for a practical scale for engineers and architects are accounted for.

Keywords: Green infrastructure, Pirajuçara Stream, Urban Landscape Ecology, Landscape, Sub district of Butantã, Landscape units.

Abreviaturas

APA – *Áreas de Protecção Ambiental*

BHAT – *Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*

CDHU – *Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano*

CEM – *Centro de Estudos da Metrópole*

CONAMA – *Conselho Nacional do Meio Ambiente*

CV – *Corredor Verde*

DAEE – *Departamento de Águas e Energia do Estado*

DBI – *Desenvolvimento de Baixos Impactes*

GEE – *Gases de Efeito de Estufa*

IBGE – *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*

IFV – *Infra-Estrutura Verde*

LID – *Low Impact Development*

PDDU – *Plano Diretor de Drenagem Urbana*

PDMAT-3 – *Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê*

RCV – *Rede de Corredor Verde*

RMSP – *Região Metropolitana de São Paulo*

SIG – *Sistema de Informação Geográfica*

SP – *São Paulo*

Conteúdo

1	Introdução - definição dos principais conceitos	1
1.1	Definição do âmbito e objetivos	1
1.1.1	Objetivos Gerais	1
1.1.2	Objetivos Específicos	2
1.2	Introdução	2
1.2.1	Visão Geral	2
1.2.2	Estrutura	4
1.3	A transformação da paisagem	5
1.3.1	Princípios, definições e conceitos	5
1.3.2	A estrutura da paisagem	8
1.3.3	Planeando ecologicamente a paisagem	21
2	A adoção da infraestrutura verde como estratégia de desenvolvimento no ecossistema urbano	27
2.1	Desenvolvimento da metrópole de São Paulo e caracterização do distrito Butantã	31
2.1.1	Caracterização da Rede Hidrográfica de São Paulo	34
2.2	Afetação na amenidade, águas urbanas, biodiversidade e mobilidade	37
2.2.1	Amenidade	38
2.2.2	Águas urbanas	39
2.2.3	Biodiversidade	42
2.2.4	Mobilidade	45
2.3	Desenvolvimento socioeconómico de uma região quando introduzida a infraestrutura verde	46
3	Metodologia	49
4	Enquadramento e caracterização do Córrego Pirajuçara	55
4.1	Instrumentos de planeamento e urbanísticos existentes	63

4.2	Análise biofísica do Subdistrito Butantã	68
4.2.1	Uso e tipo de solo	68
4.2.2	Espaços livres	70
4.2.3	Hidrologia	72
4.2.4	Unidades de paisagem	73
5	Identificação das potencialidades da área de estudo através de uma estratégia para o Córrego Pirajuçara	85
5.1	Plano de Infraestrutura Verde para o Subdistrito Butantã	85
6	Propostas de Intervenção	89
7	Resultados, discussão e conclusão	107

Lista de Figuras

1.1	Localização da área de estudo	1
1.2	Relação de cada capítulo com as diferentes temáticas abordadas.	3
1.3	Representação esquemática da abordagem conceptual de Paisagem	8
1.4	Relação entre os principais fatores determinantes da paisagem	11
1.5	Exemplo de corredores verdes do tipo trampolim	14
1.6	Efeito da relação borda/interior em diversas características ecológicas . . .	18
1.7	Relação entre as áreas interiores e as margens de acordo com diferentes formas e tamanhos das manchas	19
1.8	Parque Estadual da Serra da Cantareira	20
2.1	Subdistrito da Região Butantã	33
2.2	Hidrografia da Bacia do Alto Tietê	34
2.3	Transbordamento do Rio Tietê, afetando o trânsito nas vias marginais . . .	35
2.4	Córrego Pirajuçara na USP	36
2.5	Torrens River Park, Adelaide, Austrália	38
2.6	Características dos leitos do rio	40
2.7	Hidrograma da bacia rural e depois de urbanizada	41
2.8	Perda de biotas por regularização de rios	43
2.9	O rio Vils, Amberg, em 1990 e quando foi parcialmente renaturalizado. A área adjacente ao rio, ou seja, o leito de cheia (baixada inundável) é utilizada como parque municipal	43
3.1	Metodologia Adoptada.	50
4.1	Localização da Bacia do Córrego Pirajuçara	55
4.2	Mapa de Produção de sedimentos da Bacia do Córrego Pirajuçara	56
4.3	Córrego Pirajuçara situado dentro da USP	57
4.4	Carta de Declividade da Bacia do Córrego Pirajuçara	58
4.5	Foz do Córrego Pirajuçara	59

4.6	Ocupação do solo da Bacia do Córrego Pirajuçara	59
4.7	Classificação da área urbana da Bacia do Córrego Pirajuçara	60
4.8	Subdistritos pertencentes ao Distrito Butantã	62
4.9	Córrego Pirajuçara dentro dos limites da USP	62
4.10	Uso do Solo do Subdistrito Butantã	69
4.11	Espaços livres existentes no Subdistrito Butantã	71
4.12	Rede Hidrográfica do Subdistrito Butantã	72
4.13	Córrego Pirajuçara presente na USP	73
4.14	Unidades paisagísticas no Subdistrito Butantã	74
4.15	Resultado da avaliação das unidades paisagísticas relativo ao potencial para uso urbano	78
4.16	Resultado da avaliação das unidades paisagísticas relativo ao potencial para a proteção da paisagem	82
4.17	Diferentes potencialidades no Subdistrito Butantã	84
5.1	Proposta da IFV para o Subdistrito Butantã	88
6.1	Avenida Corifeu de Azevedo Marques com ausência de arborização	91
6.2	Arborização do sistema viário	91
6.3	Zona do Subdistrito Butantã sem arborização – situação actual	92
6.4	Planta de uma zona do Subdistrito Butantã com a introdução da proposta “arborização do sistema viário	92
6.5	Margens do Córrego Pirajuçara do trecho dentro da USP	93
6.6	Margens do Córrego Pirajuçara com vegetação ciliar e caminhos pedestres cuidados	93
6.7	Rua com pouca vegetação e pouco cuidada	94
6.8	Rua com introdução de jardins de chuva, pisos permeáveis e biovaletas	95
6.9	Aspeto anterior à introdução dos elementos de bioengenharia	95
6.10	Aspeto depois da introdução de elementos de bioengenharia	96
6.11	Aspeto antes da introdução do conceito de rua compartilhada	97
6.12	Aspeto posterior à introdução do conceito de rua compartilhada	97
6.13	Avenida antes da introdução da ciclovias	98
6.14	Avenida depois da introdução da ciclovias	98
6.15	Aspeto antes da introdução de um espaço verde cuidado	99
6.16	Avenida depois da introdução da ciclovias	100
6.17	Aspeto antes da introdução de telhados verdes, espaços verdes e pavimentos porosos	100
6.18	Aspeto depois da introdução de telhados verdes, espaços verdes e pavimentos porosos	101
6.19	Avenida sem qualquer tipo de ligação entre as áreas verdes	102
6.20	Avenida com a construção de uma ponte verde	102

6.21	Aspecto do local sem a introdução da agricultura urbana	103
6.22	Aspecto do local com a introdução da agricultura urbana	103

Lista de Tabelas

1.1	Relações entre a estrutura de uma paisagem e a função (ou processo) para os recursos hídricos, pessoas e vida selvagem	12
1.2	Funções ecológicas e sociais dos CV	15
3.1	Classificação atribuída a cada potencial estudado	53
4.1	Peso e característica de cada unidade paisagística para o uso urbano . . .	76
4.2	Peso e característica de cada unidade paisagística para a o potencial de proteção da paisagem	80
6.1	Tipos de intervenção nos anos 2015, 2020 e 2030.	90
6.2	Serviços prestados pelos constituintes dos elementos da IFV para o ambiente, economia e sociedade.	105

1.1.2 Objetivos Específicos

Com vista à redução e mitigação dos problemas identificados no Subdistrito Butantã são apresentadas várias propostas estratégicas e diretrizes gerais no planejamento e gestão territoriais. Estas têm a finalidade de fomentar um desenvolvimento urbano que responda às necessidades das comunidades e promova uma conservação e valorização da paisagem e do ambiente natural e cultural.

Para além das medidas propostas, este plano pode servir também como base para futuros trabalhos e projetos. Trata-se, por isso, de um ponto de partida para aprofundar temas necessários à total implementação de propostas de modo a melhorar a qualidade de vida da população.

1.2 Introdução

1.2.1 Visão Geral

O crescimento de qualquer sistema envolve o desenvolvimento da região em diversos níveis tais como económico, social, ambiental, estrutural e funcional. Acontece que o crescimento destes diversos fatores, nem sempre se dá do mesmo modo nem no mesmo grau temporal. Este desfasamento implica conflitos entre os sistemas natural e construído, típico do crescimento de uma metrópole com uma estratégia de planeamento ausente ou pouco pronunciada, e que urge em ser solucionado.

A cidade de São Paulo (SP) sofreu, no séc. XX, um acentuado crescimento devido a uma industrialização que proporcionou o aumento da área urbanizada. No entanto, este desenvolvimento não foi acompanhado por um processo de planeamento e ordenamento territorial contribuindo, por isso, para a formação de diversos conflitos entre os ambientes natural e urbano. Com a identificação dos problemas na área de estudo e a compreensão da sua origem é facilitada a adoção de medidas que contrariem essa linha problemática e sejam implementadas estruturas, neste caso específico uma IFV, para a sua correção.

Uma IFV é um termo que descreve a abundância e distribuição de recursos naturais numa paisagem através de uma rede que conecta diversos elementos. Assim, esta estrutura é capaz de proteger os elementos mais sensíveis e destacar aqueles que proporcionam maiores potencialidades para a população. Este sistema é capaz de prestar serviços ambientais essenciais a uma boa qualidade de vida para o Homem, tais como a limpeza do ar, filtração das águas, amenização da temperatura do ar e da água, conservação do solo, armazenamento de nutrientes, sequestro de carbono, proteção de áreas sensíveis às cheias(enchentes), mantém os regimes hidrológicos, proteção das florestas urbanas e oferece espaços de recreio e lazer.

O objetivo desta dissertação incide, precisamente, na problemática do crescimento acentuado do Subdistrito Butantã e das consequências para o sistema hídrico da região.

Assim, é realizada uma proposta de um plano de uma IFV para este local, considerando sempre a grande problemática das cheias (enchentes), nesta região, devido ao desprezo da importância da vegetação nas margens do Córrego Pirajuçara. Com a identificação dos problemas ambientais espera-se que também sejam minimizados ou mesmo eliminados grande parte dos conflitos sociais para o Subdistrito Butantã, uma vez que estão intimamente ligados.

Esta dissertação foi desenvolvida considerando cinco etapas bem distintas entre elas e fundamentais para a conclusão do trabalho. A figura 1.2 ilustra em que tema cada capítulo se insere, facilitando a sua compreensão.



Figura 1.2: Relação de cada capítulo com as diferentes temáticas abordadas.

1.2.2 Estrutura

Este trabalho começa com a apresentação e a definição dos objetivos gerais e específicos (Capítulo 1). Seguidamente, é realizada uma referência do problema encontrado no Subdistrito Butantã e a apresentação dos próprios capítulos. Finaliza com a justificativa da escolha deste tema e do facto de esta dissertação ter sido realizada no próprio local do caso de estudo, no bairro Butantã, em São Paulo.

É a partir do Subcapítulo 1.3 – A transformação da paisagem - que é apresentada a pesquisa bibliográfica e foram definidos os conceitos adequados para este tema, de modo a proporcionar a total compreensão da problemática e de futuras propostas. Aqui são definidos conceitos como paisagem, a sua estrutura em corredores verdes, manchas e matrizes. Neste capítulo também se faz referência à disciplina de “Ecologia da Paisagem” e da sua importância e contribuição numa estratégia para a implementação de uma IFV.

No Capítulo 2 – A adoção da Infraestrutura Verde como estratégia de desenvolvimento no ecossistema urbano - é efetuada uma caracterização da zona e salienta-se a importância de uma IFV para um desenvolvimento sustentável de uma metrópole. São apresentados mais conceitos como ecossistema urbano, e são descritas as vantagens da adoção de uma IFV relativamente à amenidade, águas urbanas, biodiversidade e mobilidade de uma região. É também neste capítulo que é situada e caracterizada a rede hidrográfica de São Paulo, fazendo-se um destaque para a problemática da impermeabilização do solo desta metrópole. No final deste capítulo são referidas as consequências da adoção de uma IFV numa perspectiva socioeconómica.

O Capítulo 3 – Metodologia - é caracterizado pela apresentação da metodologia escolhida, onde são descritos todos os passos efetuados até se chegar à proposta da IFV para o subdistrito estudado. Nesta fase são referidos todos os programas que auxiliaram esta última carta efetuada assim como os meios de onde foram retiradas as informações e os dados base.

No Capítulo 4 – Enquadramento e caracterização do Córrego Pirajuçara – é realizada uma pesquisa sobre o córrego que atravessa o subdistrito Butantã, e são identificados os instrumentos de planeamento existentes e com interesse estudar para esta dissertação. Este capítulo é fundamental de modo a entender todas as particularidades desta bacia subjacente à linha de água e daí prosseguir para o Capítulo 5 – Identificação das potencialidades da área de estudo por meio de uma estratégia para o Córrego Pirajuçara. Neste capítulo é apresentada a proposta do plano de IFV, com o cruzamento de toda a informação recolhida e analisada anteriormente. Este cruzamento não foi apenas através de layers no SIG, foi também por meio de um entendimento do espaço, que só foi possível com visitas ao campo.

As Propostas de intervenção, com recurso ao *Adobe Photoshop CS4*, facilitaram a visualização das medidas, no Capítulo 6. É de salientar que já conhecidas as medidas que conseguem contrariar os problemas encontrados referidas nos capítulos teórico-conceituais, foram então propostas ideias para a área estudada. Seguiu-se, por isso, os bons exemplos já estudados e foram aplicadas e adaptadas essas mesmas medidas para a situação estudada. Aqui foi também analisada a prioridade de cada proposta com a elaboração de uma tabela com três horizontes temporais: 2015, 2020 e 2030. Neste capítulo, apenas se quis dar uma ideia de como poderia ficar, futuramente, o local caso se adotasse algumas das propostas.

No Capítulo 9 – Resultados, discussão e conclusão– é efetuada uma análise de todos os resultados dos mapas e são identificados os principais obstáculos à realização deste trabalho. Aqui, também são identificados os atores que poderiam beneficiar da introdução de uma IFV. Neste capítulo são constatadas as vantagens para cada um e as oportunidades que se teria aquando esta implantação quer a nível social, quer a nível económico. Por fim, são descritas as conclusões, salientando a importância da adoção de uma abordagem estratégica quando se refere a um plano num subdistrito como Butantã.

A realização desta dissertação de mestrado teve a particularidade e a vantagem de ser realizada no local estudado. Assim, estar em Butantã e presenciar, viver e visualizar todas as potencialidades que aquele subdistrito poderá ter foi um benefício que muito poucos teriam e que, certamente revelou-se ser uma mais-valia para as conclusões deste trabalho.

1.3 A transformação da paisagem

“Uma paisagem é caracterizada como uma unidade distinta e mensurável, definida pelo seu padrão espacial de agrupamentos de ecossistemas em interação, desenvolvimento geomorfológico, regimes de perturbação e evolução”.

(Forman & Godron, 1986)

1.3.1 Princípios, definições e conceitos

Atualmente, o fato de haver uma multiplicidade de matérias teóricas e práticas sobre a paisagem e a sua avaliação, leva a uma ausência de consenso e sistematização ao nível de conceitos e metodologias. Assim, as diferentes definições de paisagem refletem a diversidade de disciplinas que abordam esta temática mas que, simultaneamente, contribuem para a sua evolução e dificuldade de interpretação.

“(...) qualquer paisagem invoca diversas memórias e associações na mente humana, pelo que a palavra em si mesma implica diferentes significados”.

(Lyle, 1999)

Assim como Lyle (1999), Barreiros (2005) e Magalhães (2007) também defendem que a paisagem é um objeto de estudo no qual os profissionais identificam a matéria mais interessante para investigar. Deste modo, torna-se complicado e mais complexo atribuir uma única definição que esteja em concordância com as premissas de todos os que estudam e se interessam por esta matéria.

Temporalmente, as diferentes aceções do conceito de paisagem foram evoluindo e desenvolvendo-se. Assim, esquematizou-se uma sistematização de aproximação ao conceito de acordo com a perspectiva dominante, designadamente (Barreiros, 2005):

- Perspetiva exclusivamente visual;
- Perspetiva territorial;
- Perspetiva histórico-cultural;
- Perspetiva de sistema.

A Perspetiva exclusivamente visual diz respeito a uma interpretação da paisagem de acordo com a estética desta e traduzindo um cenário harmonioso associado à natureza. Segundo Barreiros (2005), a pertinência de incluir uma fração visual numa abordagem conceptual é relevante, mas a percepção da paisagem exclusivamente como entidade visual é restrita.

Relativamente à Perspetiva territorial, esta resulta da necessidade de ultrapassar a noção de estética da paisagem. Surgiu, por isso, uma associação entre o território e a paisagem por meio do desenvolvimento das disciplinas de Geografia e de Arquitetura Paisagista (Andresen, 1992). No âmbito da Ecologia da Paisagem, Forman & Godron (1986) afirmam que a paisagem é uma área homogênea formada por peças distintas, denominados por elementos da paisagem, sendo que este tema será abordado nos capítulos seguintes. Estes elementos têm a capacidade de diferirem na aparência e no modo como influenciam os processos.

Cabral (1993) descreve a paisagem como sendo um conjunto de condições de existência da biocenose de que o Homem faz parte. Este autor afirma que depois de se perceber as definições relativamente a uma perspectiva territorial no conceito de paisagem, é possível concluir que esta se fundamenta na ecologia da paisagem.

Quanto à abordagem da paisagem segundo uma Perspetiva histórico-cultural, Barreiros (2005) diz que tem de haver um valor patrimonial da paisagem. Isto porque, em termos históricos, a agricultura foi das primeiras atividades humanas responsáveis pela modificação da paisagem. Esta modificação levou a uma destruição da paisagem natural, levando à formação da paisagem rural.

“Na Ecologia da Paisagem, o Homem não representa apenas um fator de perturbação externa aos ecossistemas naturais, mas sim um componente interativo e co evolucionário.”

(Naveh, 1991)

Assim, é possível afirmar que as paisagens culturais espelham as interações do Homem e do seu ambiente natural, num horizonte temporal e espacial. Deste modo, é possível compreender a paisagem cultural como resultado da expressão da evolução de uma sociedade. Por isso, Barreiros (2005) afirma que todas as paisagens são paisagens culturais, uma vez que o resultado da ação humana na paisagem natural está presente em quase todas as paisagens.

A Perspetiva de sistema resulta da constatação da necessidade de aglutinação dos diferentes conceitos até então referidos. Isto porque é necessário avaliar os conceitos já definidos e as novas explicações e definições de paisagem. Por a paisagem ser um sistema dinâmico, que apresenta transformações permanentes, é necessário ter em consideração a importância de uma avaliação temporal para a compreensão total deste elemento do território (Amaral, 2001).

Esta abordagem da paisagem como uma perspetiva de sistema leva a uma interpretação holística. Existem diversos autores que defendem o holismo como sendo uma característica fundamental da paisagem, visto "os elementos que a compõem só assumirem o seu verdadeiro significado tendo em conta a sua posição e interação com os outros" (Barreiros, 2005). É o caso de d'Ábreu (2007) que afirma que cada parte coerente de uma determinada paisagem integra-se num conjunto mais lato e que, por sua vez, engloba frações de menores dimensões. Assim, a paisagem deve ser encarada como um sistema aberto com múltiplos níveis hierarquizados, sendo que estes correspondem a um conjunto de unidades em interação; e não apenas ao seu somatório.

Ainda há outra vertente que não pertence a nenhuma das que foi apresentada e que não foi referida por nenhum dos autores mencionados: a vertente socioeconómica. Na opinião da autora tem de haver uma proteção dos elementos que suportam as atividades económicas e sociais, através de um planeamento da paisagem. Assim, ao protegerem-se os recursos naturais, está-se a aumentar a economia local e o sentimento social da comunidade. Este assunto será tratado mais aprofundadamente no Capítulo 4.

A figura 1.3 ilustra a abordagem conceptual defendida para a paisagem, segundo Barreiros (2005). Esta autora destaca as paisagens como sendo sistemas não herméticos, existindo constantes transferências, ilustrado pelas linhas tracejadas da figura.

Como se observa pela figura seguinte, a paisagem está em constante evolução quer em termos espaciais, quer temporais. Dela fazem parte as componentes físicas dos próprios sistemas ecológico e cultural. São estes componentes que dão identidade e especificidade a cada paisagem. Para além dos elementos internos, há sempre transferências do exterior, que influenciam a direção que a paisagem toma. Por fim, a própria perceção de cada indivíduo é também única, sendo que a paisagem nunca será entendida e vista de igual forma, por duas pessoas.

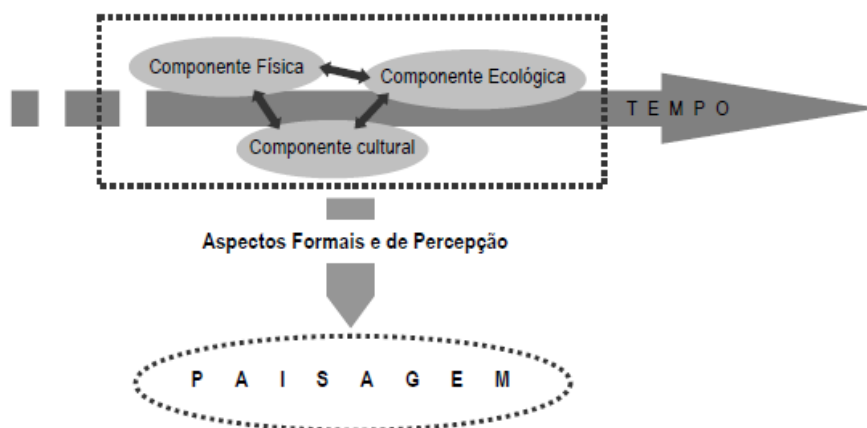


Figura 1.3: Representação esquemática da abordagem conceitual de Paisagem. Fonte: Barreiros, 2005.

É importante reconhecer que, atualmente, a paisagem já não é entendida como um sistema com fronteiras estanques, e que não se concebe por meio das dualidades que caracterizam a típica divisão de natureza *versus* cultura, cidade *versus* campo ou paisagem *versus* arquitetura.

“Paisagem (...) para além de uma dimensão espacial e estética, está associada uma identidade e caráter – em resultado da combinação única de fatores e processos ecológicos, culturais e socioeconómicos – bem como uma apreciação emotiva por parte de quem a observa ou com ela convive.”

(d’Ábreu, 2007)

1.3.2 A estrutura da paisagem

Devido à importância da organização e distribuição da estrutura de uma paisagem, é relevante a clarificação sobre os seus componentes. Enquanto Magalhães (2001) e d’Ábreu (2001) asseguram que os dois grandes componentes de uma paisagem são a natural e a cultural, Barreiros (2005) afirma que os elementos com base na ecologia são relevo, natureza do solo, água e vegetação; e os elementos de base cultural são a história da construção da paisagem, ocupação atual do solo e caracterização socioeconómica. D’Ábreu (2007) defende, também, que a paisagem funciona como um conjunto de componentes naturais e culturais que criam uma relação entre si. Contêm uma expressão estética e algum tipo de coerência, organização, continuidade temporal e funcionamento que identificam o sistema.

Do ponto de vista estrutural, todas as paisagens são constituídas por três elementos universais, que se articulam através de processos naturais e da utilização que deles fazem os grupos humanos: matriz, manchas e corredores. Ainda é possível referir as bordas - estrutura que é capaz de ligar todos os outros elementos e só se conserva através do contacto entre eles. Assim, a borda corresponde a uma porção da mancha, corredor ou

matriz onde o ambiente difere significativamente a partir do interior. Deste modo, se há uma maior diversidade estrutural (diferentes alturas e tipos de vegetação), as bordas também podem ter uma maior diversidade (GIC, 2010).

De acordo com Forman & Godron (1986) e Harris & Gallagher (1989) referidos por Ahern (1995), o futuro das paisagens passa por conceber estrategicamente uma estrutura com manchas, corredores e *stepping stones* de modo a conectar as manchas isoladas e reverter os efeitos da fragmentação. Neste sentido, a textura – organização espacial que gera um arranjo espacial – expressa-se por um arranjo repetitivo formado pelo mosaico de manchas e os seus corredores, dispostos numa matriz de fundo (Forman & Godron, 1986).

“Estrutura de uma paisagem é a maneira como os componentes de um sistema interagem uns com os outros sem que se mude a organização”.

(Cunha, 2007)

Uma paisagem não é mais do que a visualização desse arranjo entre elementos – o mosaico - por isso, dependendo da disposição desses, há a formação de diferentes mosaicos. Neste sentido, a ecologia da paisagem é um instrumento capaz de analisar e ser utilizado para o planeamento do território, para além da conservação da biodiversidade; tema abordado no subcapítulo referente à transformação da paisagem.

Assim, a estrutura de uma paisagem consiste num padrão das distribuições dos elementos e esse mesmo padrão da paisagem influencia os processos ecológicos e as suas características. Estes têm a capacidade de se relacionar e interligar, avançando e recuando, nunca havendo término nessa evolução. Por isso, a estrutura da paisagem tem uma relação estreita com a abundância do biótopo e da sua diversidade.

Barreiros (2005) afirma que a paisagem originária profundamente modificada pela intervenção do Homem dá origem à paisagem cultural. Esta não é mais do que a paisagem natural alterada pelas estruturas construídas pelo Homem (Magalhães, 2001). Com uma abordagem preservativa, Magalhães (2007) afirma que a paisagem é reconhecida como o resultado de apropriações e transformações operadas no passado. Assim, os elementos constituintes da paisagem devem assumir um carácter mais permanente, devendo-se evitar a sua deterioração sob o risco de estes se perderem de uma forma definitiva.

“A Estrutura Ecológica da Paisagem constitui um instrumento de sustentabilidade ecológica da Paisagem e, portanto, de qualidade da vida das populações, inultrapassável em termos do planeamento e da gestão da Paisagem”.

(Magalhães, 2007)

Forman & Godron (1986) ainda diferenciam as diferentes três características de uma paisagem:

- **Estrutura** – é o produto do relacionamento espacial entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes. Ou seja, é o arranjo ou padrão espacial da paisagem seja tamanho, forma ou número e tipo de configurações dos ecossistemas.
- **Função** - caracteriza-se pelas interações entre os elementos espaciais, representados pelos fluxos de energia, materiais e espécies entre os ecossistemas que fazem parte de uma paisagem.
- **Mudança** – é dada pela alteração na estrutura e na função do mosaico ecológico através de um horizonte temporal.

Por outro lado Zonneveld (1979) referido por Filho (1998) é o primeiro a definir unidade de paisagem como sendo um conceito fundamental na Ecologia da Paisagem.

“Uma unidade de paisagem, sendo um conjunto tangível de relacionamentos internos e externos, fornece as bases para o estudo das inter-relações topológicas e corológicas”.

Zonneveld (1979) in Filho (1998)

Segundo o mesmo autor, a unidade de paisagem é a expressão desta de acordo com uma visão sistémica, podendo ser definida como um extensão de superfície da Terra ecologicamente homogéneo a uma certa escala de interesse. O termo homogéneo é utilizado na sua definição e significa que os gradientes internos não podem ser distinguidos ou então possuem um padrão distinto em relação às unidades vizinhas. De acordo com Forman & Godron (1986) o fragmento mais homogéneo, dentro de um elemento de paisagem heterogéneo, é denominado de tessela (*tesserae*), representando a menor unidade homogénea visível na escala espacial de uma paisagem.

Neste âmbito, Forman & Godron (1986) denominam como elementos de paisagem as unidades ecológicas básicas que possuem relativa homogeneidade, não havendo uma relevância se são de origem natural ou antrópica. Segundo os mesmos autores, estes elementos podem ser considerados como ecossistemas por possuírem organismos num dado lugar em interacção com um determinado ambiente físico.

A abordagem de que a paisagem tem um carácter dinâmico, não sendo uma realidade estática é importante, devido às transformações que esta pode sofrer ao nível da organização espacial dos elementos que a compõem (Magalhães, 2007). Sendo assim, existe um confronto com o conceito de identidade da paisagem pois este apoia-se na ideia de permanência e de valorização de elementos. Devido aos dois conceitos aparentemente contraditórios – dinâmica e permanência – existem variados estudos editados como por exemplo, o Plano Verde.

Magalhães (2007) defende que deve-se entender as alterações da paisagem por meio de uma multiplicidade de circunstâncias e condicionantes, ainda que algumas sejam, neste momento, desconhecidas.

A definição de unidade de paisagem tem como base as características mais perceptíveis num mapeamento como o relevo, a litologia, o clima, o solo, a estrutura ecológica, a vegetação e as alterações antrópicas. Esta análise multifacetada permite a compreensão da paisagem e a sua melhor avaliação. Os autores Castro & Lopes (2009) identificam os fatores que estão na origem da formação desta, permitindo a sua compreensão e análise, visualizada na Figura 1.4.

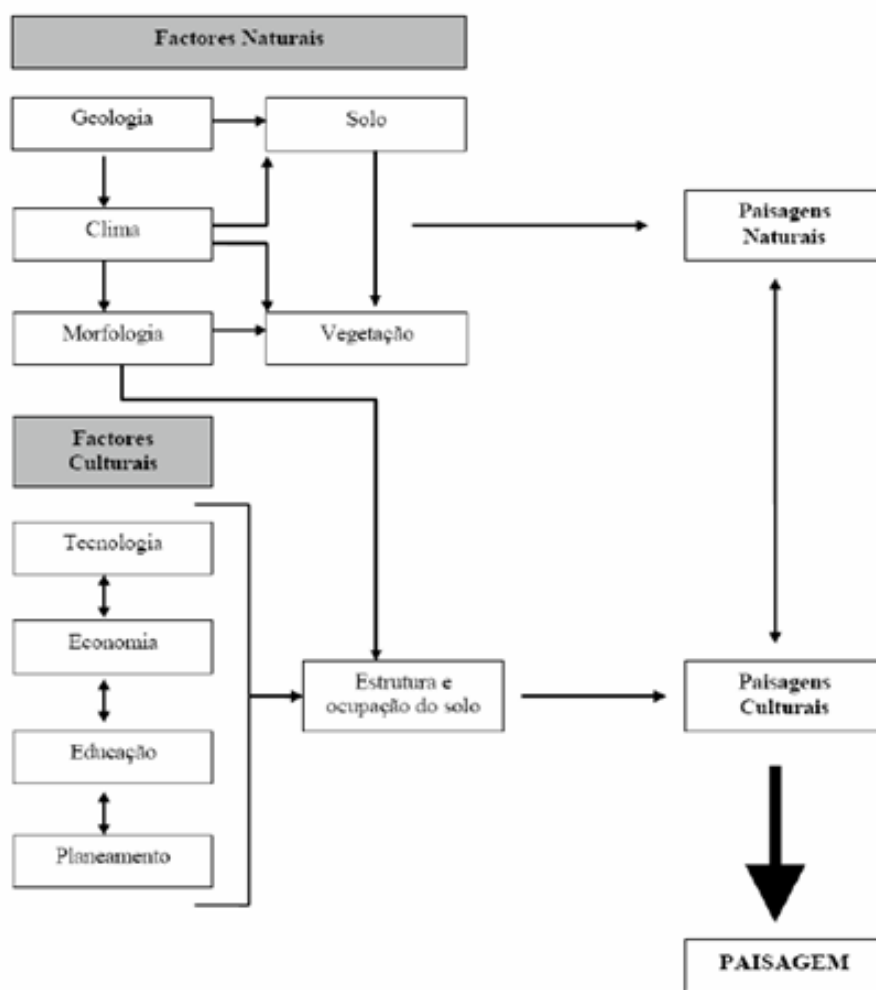


Figura 1.4: Relação entre os principais fatores determinantes da paisagem. Fonte: Castro & Lopes, 2009

Estes autores, assim como outros enumerados nesta dissertação, também defendem a análise integrada da paisagem, por meio de uma visão holística de todo o contexto territorial, incluindo assim, os aspetos de índole natural, como as diferentes formas de

ocupação humana, impactes e interações que se criam entre os dois domínios.

Leitão & Ahern (2002) afirmam que mudar a estrutura de uma paisagem provoca mudanças na sua função e vice-versa. Por isso, estes autores afirmam que a forma mais eficaz de compreender e gerir a mudança da paisagem é, através da compreensão básica das interações dinâmicas da estrutura e da função. A tabela seguinte mostra de que modo os elementos estruturais influenciam as funções ou os processos da paisagem, propostos por estes autores.

Tabela 1.1: Relações entre a estrutura de uma paisagem e a função (ou processo) para os recursos hídricos, pessoas e vida selvagem. Fonte: Adaptado de Leitão & Ahern, 2002

Elementos estruturais	Funções ou processos da paisagem		
	Recursos hídricos	Pessoas	Vida selvagem
Matriz florestal	Filtração, infiltração, regulação do ciclo hidrológico	Madeira, recreio e estética	Principais habitats para as espécies
Manchas de zonas húmidas	Filtração, infiltração, regulação do ciclo hidrológico	Limpeza da água, controlo de poluição pontual e difusa, controlo de cheias, pesquisas científicas	Habitat para espécies de zonas húmidas, stepping stones para espécies migratórias
Rodovias	Fonte de poluição automóvel, erosão	Mobilidades e transporte	Efeito barreira, maior causa de fragmentação, fonte de perturbação, facilita a penetração de pessoas e poluição
Principais rios	Controlo de cheias	Consumo de água, transporte de materiais, conforto (arrefecimento do ar, recreio, etc.)	Habitat para diversas espécies, importante corredor linear, efeito barreira

A fragmentação é causada, principalmente, pelas atividades humanas, agricultura e desenvolvimento urbano não planeado. Assim, a construção de rodovias e a poluição atmosférica que advém do movimento automóvel, também proporcionam uma mudança na estrutura desta. A tabela anterior mostra que, por exemplo, a fragmentação de habitats é um processo comum que consegue afectar quer a estrutura, quer a função da paisagem. Ou seja, com a mudança de uma paisagem, as outras duas funções são postas em causa.

A função principal da paisagem é o fluxo de pessoas, animais, materiais, energia, água e plantas. Neste âmbito, a utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é fundamental pois permite entender a relação entre os elementos da paisagem e as suas influências.

Leitão & Ahern (2002) acreditam que a Ecologia da Paisagem e as métricas são contribuições complementares que “caminham” na direção de um desenvolvimento sustentável. Nesta dissertação não foi abordado o tema das métricas de uma paisagem, sendo que este assunto pode vir a ser estudado mais tarde, em projetos posteriores (Capítulo 10).

Corredores verdes

“Strip of a particular type that differs from the adjacent land on both sides”

(GIC, 2010)

Alguns dos percursos do planeamento ambiental foram o John Ruskin, Frederick Law Olmsted, George Perkins Marsh, que começaram por vislumbrar a escassez de recursos, sendo que daí nasceu o conceito de Corredor Verde (CV) (Franco, 2001). Esta ideia foi o resultado de uma estratégia de planeamento que teve o seu início no séc. XIX e que se encontra a ser bastante divulgada, atualmente.

As definições são muitas, consoante o autor e a época em que viveu mas todos eles se baseiam na ideia de que um CV é um espaço aberto e linear que liga zonas de interesse. De acordo com Ferreira & Machado (2010), estes espaços lineares ligam áreas não lineares e manchas de espaços naturais. Little (1990) foi da mesma opinião dizendo que os CV são sistemas que acentuam as ligações entre as áreas de elevada concentração de recursos ecológicos, paisagísticos e culturais promovendo, simultaneamente, a proteção e a compatibilização com as atividades humanas.

“A ligação entre os elementos de uma mesma classe estabelece numa paisagem um fator de conectividade, função da configuração de redes, os corredores permitem o movimento e intercâmbio genético entre animais e plantas e as barreiras inibem tais trocas.”

(Filho, 1998)

No entanto, não é necessário que um CV seja sempre contínuo podendo, por vezes, haver as chamadas zonas de trampolim ecológica ou *stepping stones*. Quando um corredor é interrompido, um conjunto de zonas trampolim conseguem fornecer uma alternativa para os fluxos das plantas e animais, tal como demonstrado na figura 1.5 (GIC, 2010). Estes têm como objetivo facilitar os fluxos entre manchas e, em termos da urbe, podem ser tectos verdes ou quintais verdes.

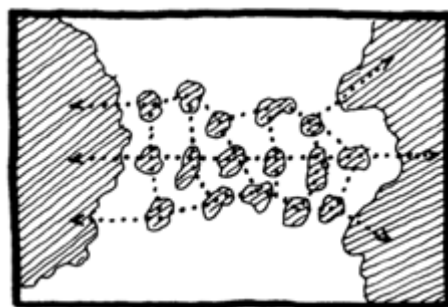


Figura 1.5: Exemplo de corredores verdes do tipo trampolim. Fonte: GIC, 2010.

De acordo com Ferreira & Machado, 2010 os CV são importantes bases para a definição de uma IFV de uma região, consistindo num instrumento de requalificação ambiental de territórios degradados e ecologicamente sensíveis (Ferreira & Machado, 2010). Para Ahern (1995), os CV são sistemas de espaços que passam por três fases: planeamento, implementação e gestão e os seus principais atributos são:

- A configuração linear oferece vantagens sobre outros elementos de paisagem em termos de mobilidade e transporte;
- As escalas espaciais são tidas em conta, proporcionando uma sinergia com base nas suas ligações;
- Os CV são multifuncionais e conseguem abranger diversos usos compatíveis;
- A sustentabilidade ambiental social pode ser alcançada se for reconhecido o potencial dos CV por meio de um equilíbrio social, paisagístico e da conservação dos recursos naturais.

Assim, ao serem planeados de uma forma estratégica e adaptada a cada região específica, consegue-se alcançar temas como a ecologia, recreio e lazer, cultura, estética e produtividade, compatíveis com o conceito de sustentabilidade. Isto porque cada zona estudada é única e tem a sua própria cultura e estética que precisam de ser preservados e de estar em harmonia com a criação deste sistema.

No entanto, existem alguns obstáculos quando introduzidos estes elementos. Isto porque a conexão dos moradores das cidades com a IFV pode ser difícil e só poderá ser mudada através da educação, expressão da identidade de uma região, arte, movimento moderno e local de encontro. Esta situação é conseguida através da reunião do *design* e ecologia para a área de estudo. Isto porque nas cidades de rápido crescimento, como São Paulo, é necessário que se consiga uma harmonia mais expressiva e esta, apenas é conseguida através de uma conexão entre pessoas e natureza (Frischenbruder & Pellegrino, 2006).

De acordo com os mesmos autores, a rara presença no passado, do termo equivalente a *greenways*, com a significação de corredores verdes nos planos e projetos

urbanos, mostra como a sua definição era controversa e pouco usada, apesar da existência de legislação que prevê planos diretores que contemplem a conciliação dos interesses ambientais e sociais. Assim, projetos realizados tinham-se constituído em fatos isolados.

Os CV devem ser baseados no saneamento das linhas de água, adaptando-se ao relevo natural da zona e acompanhados por vegetação apropriada. Estes podem ser espaços muito diferentes uns dos outros destacando-se as frentes ribeirinhas, os cursos de água, os festos, os canais e as linhas-de-ferro. As vantagens da introdução deste tipo de infraestrutura são a conservação e/ou proteção da diversidade biológica, recreio e lazer e equilíbrio ecológico (APCV, 2011).

Para além das funções ecológicas e sociais, existe também uma proteção dos recursos hídricos e das suas margens e a promoção de uma coesão social. Neste âmbito, os CV fornecem uma maior conectividade entre as áreas verdes urbanas e manchas de vegetação remanescentes numa paisagem (Frischenbruder & Pellegrino, 2006), onde podem existir espaços de encontro entre a população. Assim, é fomentado o espírito de vizinhança e entajuda entre os moradores; situação que não se verifica nas grandes cidades.

Segundo Ferreira (2010), o termo polivalência adequa-se aos CV uma vez que estes adquirem diversas funções. A compatibilização entre estes espaços com características de proteção, produção e recreio possibilita que os CV apresentem funções ecológicas, sociais e económicas. A tabela 1.2 apresenta os serviços prestados por uma rede de CV, expressos por meio das funções ecológicas e sociais sendo que as funções económicas serão abordadas no Capítulo 4.

Tabela 1.2: Funções ecológicas e sociais dos CV. Fonte: Adaptado de Ferreira & Machado, 2010

Funções	Ecológicas	Aumento do movimento de espécies, materiais e energia;	
		Manutenção da biodiversidade:	Proteção de áreas naturais
			Aumento do número de habitats
		Filtro natural da poluição da água e atmosfera:	Libertação de O_2
			Sumidouro de CO_2
		Fixação de poeiras, proteção dos ventos e regularização de brisas;	
		Amenização da região e regularização da luminosidade;	
		Diminuição dos riscos de erosão;	
	Sociais	Fornecem espaços para recreio e lazer;	
		Contribuem para o abastecimento alimentar através de hortas urbanas;	
		Melhoria da qualidade do ar;	
		Melhoria do conforto térmico;	
		Permitem a preservação do património histórico e cultural;	
		Valorizam a qualidade estética da paisagem;	
		Maior controlo de fatores de risco.	

De acordo com Ferreira & Machado (2010), para se poder apresentar uma IFV correta é sempre necessário ter como base uma Rede de Corredores Verdes (RCV) que deve abranger áreas com elevado valor ecológico, cultural e paisagístico. Para além da proteção imediata que uma RCV oferece aos recursos existentes, esta também favorece a compatibilização destes com a atividade humana.

Neste âmbito, as cidades começaram a introduzir o conceito de CV como espaços verdes que tinham ramificações para o tecido urbano. Estes espaços tinham o objetivo de proteger e servir de fronteira às massas de água, avenidas com muito tráfego ou entre áreas densamente povoadas (Frischenbruder & Pellegrino, 2006). Uma RCV bem elaborada e planeada permite que sejam criados caminhos pedestres ou outros modos de mobilidade suave. A rede deve possuir ramificações no tecido urbano de modo a proporcionar um alcance para toda a cidade e moradores. Assim, para além da prática desportiva, os CV contribuem também para uma deslocação mais sustentável e menos poluente.

“... uma RCV em ambiente urbano deve conseguir que sejam constituídas alternativas às actuais tendências de ordenamento, ao mesmo tempo que compatibiliza os efeitos espaciais negativos da evolução económica e a necessidade de salvaguardar a qualidade ambiental.”

(Ferreira, 2010).

Deste modo, é possível uma melhor interligação entre o planeamento ambiental e paisagístico relativamente ao ordenamento do território e ambiente.

Contudo, ainda não é suficiente a literatura específica relacionada com áreas verdes, principalmente no Brasil. Relativamente ao planeamento, o próprio termo corredor verde ou *greenways* não está suficientemente divulgado nas instituições mais relevantes (Frischenbruder & Pellegrino, 2006). Isto porque para além do tempo que demora a adotar-se um conceito que muda o processo de planeamento e a criação de espaços, ainda há que contar com a vontade política, que por vezes pode atrasar todo o processo de mudança de comportamento.

Manchas

As manchas, também denominadas de retalhos, remendos ou patch, são definidas como uma superfície não linear que difere em aparência daquilo que a envolve (Forman & Godron, 1986). Assim, as manchas, são elementos que estão relacionados com as matrizes e cujos atributos estão ligados a características como forma, quantidade, tamanho, organização e distribuição.

Como uma paisagem pode variar de tamanho, englobando grandes regiões ou extensões de apenas alguns metros, o conceito de padrão espacial de manchas leva em conta o ponto de vista do organismo pelo qual está centrado (McGarigal, Marks, 1995 *in*

Filho, 1998). O que esta afirmação expõe é que consoante o tipo de escala a que se está a estudar, o mosaico ecológico, logo a sua representação visual difere.

Segundo Forman & Godron (1986) as manchas podem ser divididas em várias classes, de acordo com as suas origens ou mecanismos causais. As manchas de perturbação resultam de uma perturbação significativa da matriz. Este dano provoca uma mudança no padrão normal de um ecossistema ou paisagem.

“Num sistema próximo da estabilidade, as perturbações ocasionam mudanças dramáticas nos elementos da paisagem.”

(Bridgewater, 1993 in Filho, 1998)

Neste sentido, Filho (1998) afirma que a estabilidade de uma paisagem refere-se à sua resistência aos distúrbios e à sua capacidade de recuperação, voltando ao estado anterior – resiliência. Assim, o equilíbrio entre a perturbação e a regeneração pode levar a uma estabilidade aparente do sistema da paisagem; isto porque se se estiver a trabalhar numa escala temporal pequena, pode haver paisagens que evidenciam um equilíbrio.

De acordo com Forman & Godron (1986) a estrutura vertical da paisagem torna-se mais enriquecida e heterogênea se houver diferentes estados de equilíbrio incluídos, variando o nível de resistência à perturbação e habilidade de recuperação. No entanto, segundo os mesmos autores, uma paisagem homogênea tem maior probabilidade de ser atingida por uma perturbação, resultando em distúrbios severos que eliminam a presença de manchas.

As manchas remanescentes são caracterizadas por terem sofrido perturbações e que, posteriormente funcionaram como pequenas ilhas. Exemplo disso são as manchas que resultaram de um fogo florestal e que são, depois do acontecimento, necessárias para disseminação de sementes.

As manchas agrícolas são causadas pela ação do homem e são totalmente geridas e controladas por este. Assim, que a atividade mudar, a mancha transforma-se, provocando uma alteração da paisagem.

A introdução do conceito de escala é muito importante, principalmente quando se trabalha com Geoprocessamento. Neste âmbito, uma escala cartográfica não é mais do que uma relação que traduz o tamanho do objecto analisado na realidade, e a sua projecção no mapa. Assim, através do mapeamento dos padrões realizado pelas relações espaciais (através de um SIG - Sistema de Informação Geográfica), é conseguida a caracterização de distintas paisagens e perceber os processos de que resultaram.

O tamanho é um dos aspetos fundamentais de uma mancha, pois é ele que condiciona a possibilidade de operação de máquinas agrícolas ou a capacidade de conter espécies no seu interior, por exemplo. Segundo Odum (1983) o tamanho da mancha também controla a circulação de nutrientes assim como a distribuição e quantidade de espécies presentes,

dado que o tamanho afecta de modo inversamente proporcional a razão de área de borda de uma mancha em relação ao seu interior. Isto faz com que as manchas menores sejam compostas quase exclusivamente por ambientes de margem.

Relativamente à biodiversidade animal, as orlas (também designadas na literatura por "borda") são consideradas como ecótonos, zonas de transição entre dois habitats. Estes desempenham um papel ecológico, pois os recursos dessa zona são compartilhados por um maior número de espécies, comparativamente aos habitats no interior da mancha (Kienast, 1993 in Filho, 1993). Devido a estas características das orlas, a dimensão, natureza e forma destas são importantes características das manchas, tal como mostrado na figura 1.6.

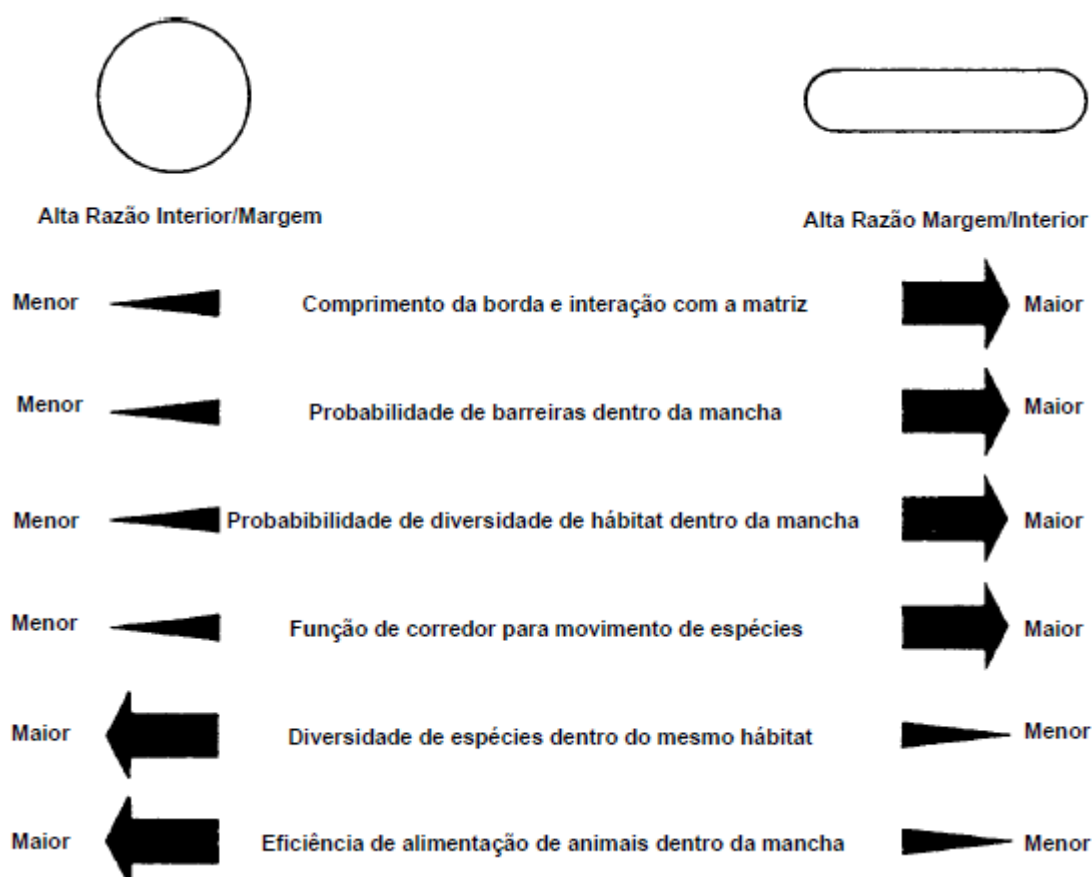


Figura 1.6: Efeito da relação borda/interior em diversas características ecológicas. Fonte: Forman & Godron, 1986.

A forma da mancha também é uma característica que deve ser considerada. Uma mancha isométrica como um círculo ou um quadrado contém mais áreas interiores do que de borda (figura 1.7), contrariamente ao rectângulo que tem proporcionalmente maior relação borda/interior, considerando a mesma área (Filho, 1998).

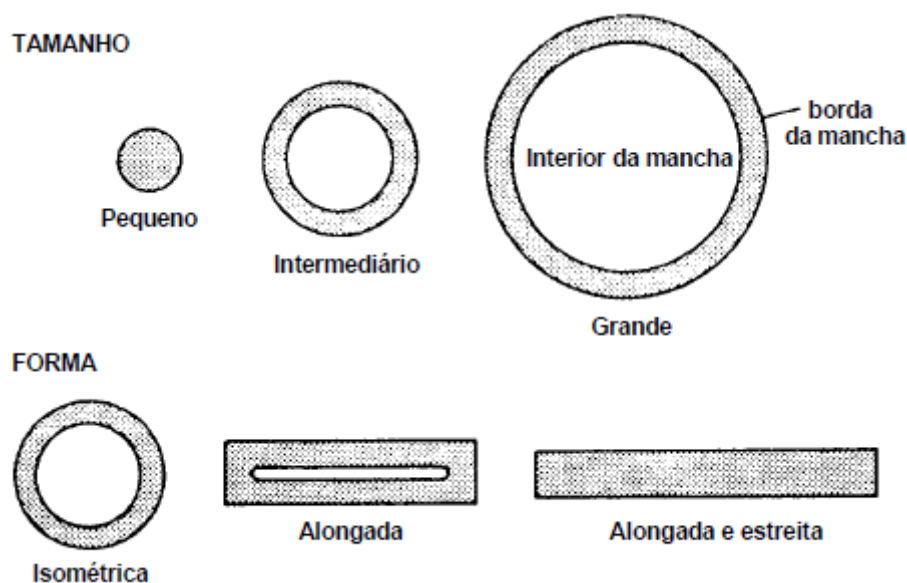


Figura 1.7: Relação entre as áreas interiores e as margens de acordo com diferentes formas e tamanhos das manchas. Fonte: Forman & Godron, 1986.

Para além destas características das manchas, o número, densidade e configuração também devem ser examinados. Se a paisagem for vista como um conjunto de habitats, a proximidade e a ligação entre as manchas, existe uma maior eficiência de dispersão de organismos através de uma paisagem (Selman, 1992 e Dunn, 1991 *in* Filho, 1998).

Matriz

“A matriz de uma paisagem pode ser definida como o seu elemento mais extensivo e conectado e que possui o papel preponderante no funcionamento da paisagem.”

(Forman & Godron, 1986)

De acordo com Garder (1991) referido por Filho (1998), as medidas básicas de uma matriz são o grau de porosidade e conectividade. A porosidade não é mais do que a medida de densidade de manchas numa paisagem e a conectividade estabelece o grau de percolação dessa paisagem, também podendo ser definido como o grau de facilidade que as espécies podem movimentar-se entre as manchas através de corredores (Filho, 1998). Já os autores Fahrig & Tischendorf (2000) afirmam que esta não é mais do que a facilidade ou o impedimento dos movimentos através das manchas. Também pode ser definida como sendo uma base na qual se arranjam todos os elementos dessa paisagem, sendo os seus atributos definidos pela maneira como esta está organizada espacialmente (contínua, fragmentada, homogénea).

A diferença entre manchas e matriz ainda continua a ser difícil de explicar. Devido à complexidade de uma paisagem e dos elementos estruturantes que ela apresenta, a paisagem pode conter uma ou mais matrizes, nenhuma mancha ou ser constituída

apenas por manchas (figura 1.8). Deste modo, estas definições ainda apresentam um desafio para a Ecologia da Paisagem.

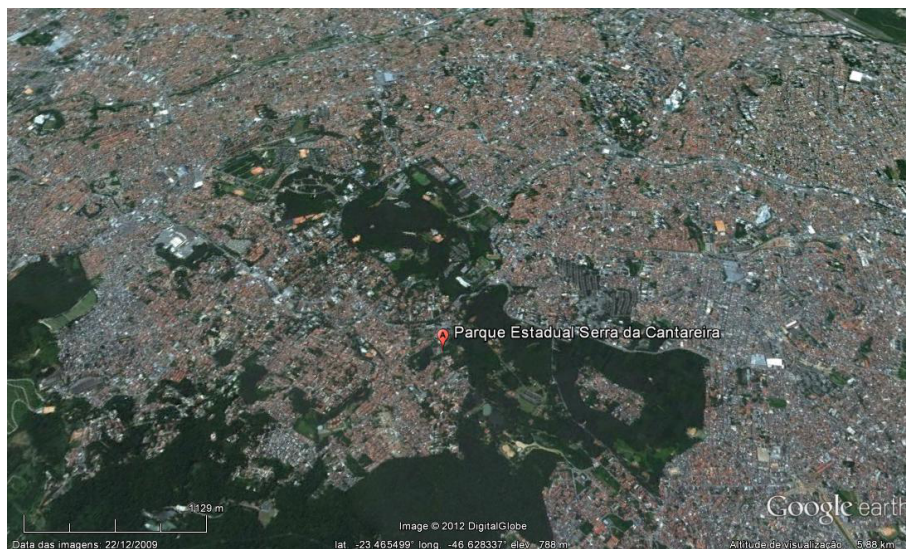


Figura 1.8: Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo. Fonte: Google Earth, consultado em Agosto de 2012.

O Parque Estadual da Serra da Cantareira é um dos exemplos de como o próprio conceito de matriz é complexo. Poder-se-ia dizer que a matriz deste parque é a Mata Atlântica, sendo este o fragmento que restou depois de anos de crescimento da cidade de São Paulo. No entanto, como a cidade já está tão envolta nesta mancha, ultimamente tem-se afirmado que existe uma nova matriz, a urbanização que rodeia o parque. Deste modo, uma matriz é uma área heterogênea, contendo uma variedade de unidades que apresentam condições mais ou menos favoráveis às espécies do habitat estudados.

Todas as paisagens são diferentes relativamente ao fluxo de espécies, energia e materiais, derivado das diferentes composições de configuração de manchas e matriz. Assim, o estudo da Ecologia da Paisagem permite a obtenção de mapas de estrutura de paisagem a partir de mapas de manchas. Permite-se, por isso, uma análise de estabilidade da paisagem obtida a partir da comparação entre a conectividade dos elementos estabilizadores e desestabilizadores.

No entanto, é de salientar a importância do tempo, no estudo de uma paisagem. Deste modo, a análise da paisagem deve ter em conta os processos dinâmicos que estão a ocorrer e que poderão ser parte dessa mesma paisagem, sendo importante reconhecer as mudanças através do tempo (Filho, 1998). Concluindo, é importante que em qualquer tipo de estudo da paisagem sejam consideradas as mudanças temporais na compreensão dos padrões que influenciam os processos naturais e antropogênicos.

1.3.3 Planeando ecologicamente a paisagem

“Nós, seres humanos, queremos um desenvolvimento sustentável ou um planeta auto-sustentável?”

James Lovelock, Hipótese Gaia

As questões decorrentes do aumento da população mundial, da qualidade decrescente do próprio habitat humano e do esgotamento dos recursos, são precursores para uma nova abordagem dos problemas das grandes cidades. A citação de James Lovelock é bastante interessante uma vez que é necessário ter em conta uma IFV planeada e que não precise de um gasto elevado de recursos para a manter. Um sistema o mais natural possível e que se autossustente está na base de um desenvolvimento económico e social do local, contendo ainda todos os serviços que uma IFV proporciona.

A palavra “planeamento” designa, em termos semânticos, empreendimento, projeto, sonho ou intenção. Através do empreendimento, já está incutida a ideia de “intervir ou transformar uma dada situação, numa determinada direção, a fim de se concretizarem algumas intenções” (Franco, 2001).

Por outro lado, o termo “paisagem” foi introduzido no início do séc. XIX por Alexander Von Humbolt, definindo paisagem como sendo o “caráter total de uma área geográfica” (Filho, 1998). Segundo o mesmo autor, o termo “Ecologia da Paisagem” foi introduzido em 1939 pelo alemão Carl Troll e teve como objetivo a formação de uma nova eco ciência na qual se estudava a paisagem. Esta seria uma entidade espacial e visual, integrando a geosfera, biosfera e a noosfera (esfera da consciência humana). É interessante perceber que esta definição mudou muito pouco e que se adequa totalmente aos dias atuais.

Há que ter em conta que o planeamento da paisagem deve sempre servir as populações. Ou seja, são os serviços que se retiram da paisagem e que têm como destino a população de moradores que devem ser protegidos e mantidos. Assim, é necessário ver a paisagem como um recurso para as necessidades de cada local ou região.

Consoante a escala territorial, os diferentes elementos que contribuem para a qualidade de uma paisagem podem assumir diferentes graus de importância. Esta noção tem influência no processo de planeamento, sendo que a consciência de cada local tem elementos, características e valores que são dependentes de sistemas mais abrangentes (Barreiros, 2005).

O planeamento de um espaço aberto no Brasil e a existência de projetos específicos para estes espaços caracterizados por áreas verdes em áreas urbanas é um evento muito recente (Frischenbruder & Pellegrino, 2006). Esta situação ocorre devido à inexistência de planeamento ao longo do tempo, quer por falta de conhecimento da sua importância ou por questões políticas.

De acordo com Magalhães (2001) e Barreiros (2005) o objetivo principal do planeamento da paisagem consiste no auxílio à decisão. Deste modo, são atribuídos da forma mais planeada os usos do solo e atividades aos locais com maior aptidão paisagística, sempre tendo em conta uma perspetiva de sustentabilidade.

Já Curado (2003) afirma que um planeamento da paisagem deve ter em conta a manutenção de oportunidade, promoção de alternativas e a minimização de riscos.

“(...)a avaliação da paisagem é importante, em sede de planeamento da paisagem, pela elucidação do impacte dos usos do solo e atividades, ao nível dos parâmetros seleccionados como pertinentes.”

(Curado, 2003)

De acordo com Leitão & Ahern (2002), os objetivos principais do planeamento são a otimização da distribuição do uso do solo, num espaço que é muitas vezes limitado e focado na alocação desses mesmos usos. Estes autores também referem a importância da escala de trabalho. Neste sentido, as interdependências dos ecossistemas e da abordagem do planeamento sofrem diferentes direções consoante a escala a que se está a planear.

De acordo com Silva (2009) a paisagem na qual se desenvolvem as atividades humanas é constituída por diferentes ambientes. Estes têm a capacidade de se cruzar e sobrepor, interagindo uns com os outros num processo contínuo. No entanto, existe uma tendência para se ignorar ou minimizar os processos naturais no meio urbano, pois ainda é sentida a ideia da natureza só se poder manifestar em parques ou áreas verdes naturais.

A incorporação do conhecimento da ecologia com o planeamento da paisagem contribuem para uma abordagem mais estratégica e para o conhecimento sobre o tema. Neste âmbito, a Ecologia da Paisagem foca-se no relacionamento entre os padrões, processos e escalas: daí a importância da cooperação das diferentes disciplinas. Deste modo, diversos assuntos podem ser estudados através desta disciplina como a avaliação de mosaicos, uso do solo, planeamento e conservação da paisagem e desenvolvimento sustentável. Assim, o objetivo desta disciplina foca-se na investigação da influência de padrões espaciais nos processos ecológicos.

A paisagem é suportada por um espaço físico e, por isso, a sua proteção deve passar por um correto ordenamento e gestão desse mesmo espaço. Para isso, o ordenamento deve apoiar-se num sistema de planeamento integrado e abranger desde políticas setoriais às estratégias existentes (Curado, 2003). Segundo o mesmo autor, os contributos de um plano para a paisagem podem ser variados:

- Informações sobre o ecossistema, natureza e paisagem;
- Informações sobre os problemas e as oportunidades;

- Bases e critérios para a avaliação de planos de outros sectores, direta ou indiretamente relacionados com a paisagem;
- Base para propostas ao nível da Conservação da Natureza e de Recreio;
- Incentivo do conhecimento por parte das populações.

Explícita ou implicitamente, a ecologia e a sua importância já estavam presentes no planeamento da paisagem na segunda metade do séc. XIX, através do arquiteto paisagista e urbanista Frederick Law Olmsted, nos Estados Unidos da América (Leitão & Ahern, 2002). Ainda segundo os mesmos autores, a associação entre ecologia e paisagem refletiu-se, também, na Europa através dos trabalhos de Patrick Geddes.

No séc. XX começou-se a planear as novas cidades já com alguma estratégia relacionada com a inclusão da IFV. É o caso das cidades de Londrina ou Maringá, situadas no Estado do Paraná, Brasília (Distrito Federal) e Goiânia, no Estado de Goiás (Frischenbruder & Pellegrino, 2006).

A constatação da existência de relações de interdependência entre os diferentes elementos que compõem uma paisagem determinou uma abordagem no domínio da Ecologia. Neste sentido, foi desenvolvida uma nova disciplina, chamada Ecologia da Paisagem que, segundo Barreiro (2005) “responde a uma evolução e atualização do significado do termo paisagem através da consideração da mesma como uma porção do território onde os ecossistemas se encontram em interação e se repetem segundo um padrão semelhante”.

“Ecologia da Paisagem é o estudo da estrutura, função e mudança de uma região heterogênea composta de ecossistemas em interação, sendo estas três características principais de uma paisagem”.

(Forman & Godron, 1986)

De acordo com Zonneveld & Forman (1990) o objetivo de estudo da Ecologia da Paisagem é o solo e a paisagem, a sua forma, função e mudança. Segundo estes autores, a Ecologia da Paisagem envolve mais do que a combinação dos variados métodos das disciplinas que a compõem; envolve a integração das filosofias dessas disciplinas e considera a paisagem como uma entidade holística, incluindo todos os seus componentes heterogêneos. Afirmam também que a principal tarefa desta disciplina é a de adquirir conhecimento sobre as relações entre as construções da paisagem e o funcionamento desta como um sistema. Este conhecimento pode ser utilizado como base para o planeamento, manutenção, melhoramento e conservação do solo.

Turner (1989) referido por Filho (1998), afirma que a Ecologia da Paisagem considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, a interação e trocas através da paisagem, a influência dessa heterogeneidade nos processos bióticos e

abióticos e ainda o manuseamento da heterogeneidade espacial. Só assim se consegue uma paisagem robusta e com elementos com aptidão de amortecimento de impactos ambientais.

Já Pellegrino (2000) afirma que a Ecologia da Paisagem surge com o objetivo de tentar traduzir os princípios ecológicos para uma escala prática dos planeadores e arquitetos. Em termos práticos, a abordagem integrada desenvolvida pela disciplina foi aplicada a uma série de estudos e levantamentos dos recursos naturais, por importantes agências de mapeamento, como por exemplo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Verifica-se que a Ecologia da Paisagem tem sofrido variadas evoluções. Se antes era vista como o estudo das inter-relações entre fenómenos e os processos das paisagens, nos últimos anos o conceito tem progredido para o estudo integrado dos padrões texturais da paisagem e dos processos de que resultam (Bunce, 1993 in Filho, 1998). Seguindo esta linha de pensamento, surgiu a Ecologia de Paisagem com as três características principais: estrutura, função e mudança da própria paisagem (Leitão & Ahern, 2002).

Os casos da Floresta da Tijuca (Cidade do Rio de Janeiro) e da cidade de Petrópolis são exemplos de boas práticas que é preciso destacar e seguir. A restauração da Floresta da Tijuca com árvores nativas, no Rio de Janeiro, foi bastante divulgada uma vez que esta floresta urbana foi equipada com caminhos pedestres, áreas de descanso, monumentos e pontos de visualização. Relativamente à cidade de Petrópolis, também no Rio de Janeiro, vários engenheiros sanitários desenvolveram um sistema de drenagem para o córrego da cidade baseado em áreas verdes (Pellegrino, 2000).

Os casos da Floresta da Tijuca e da cidade de Petrópolis são exemplos de boas práticas que é preciso destacar e seguir. A restauração da Floresta da Tijuca com árvores nativas, no Rio de Janeiro, foi bastante divulgada uma vez que esta floresta urbana foi equipada com caminhos pedestres, áreas de descanso, monumentos e pontos de visualização. Relativamente à cidade de Petrópolis, também no Rio de Janeiro, vários engenheiros sanitários desenvolveram um sistema de drenagem para o córrego da cidade baseado em áreas verdes (Pellegrino, 2000).

No entanto, o mesmo autor afirma que existem bons exemplos que podem ser seguidos. O caso da cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, descreve um desenvolvimento estratégico e planeado. O plano urbano da cidade provou que trechos ao longo dos rios, riachos e outro tipo de linhas de água podem servir de proteção de cheias e funcionar como um recurso de modo a aumentar a qualidade da água. Para além disso, estes CV podem fazer parte de um sistema de recreio e lazer (Pellegrino, 2000).

Um outro conceito referido por Magalhães (2007) é o da flexibilidade. A autora afirma que a flexibilidade do planeamento exige o que é indispensável assegurar por lei e o que é suscetível de ser interpretado por quem licencia o plano. Por isso, quer a Estrutura

Fundamental Ecológica quer a Cultural (as duas Estruturas da paisagem defendida por esta autora) têm de ser garantidas por lei.

O ambiente urbano e suburbano e a biodiversidade ainda são vistos como ambientes que são difíceis de interagir e tirar partido um do outro. De acordo com Fernandes, *et al.* (2006) os serviços ecológicos e a manutenção da biodiversidade num ambiente urbano podem trazer uma maior sustentabilidade dos fragmentos remanescentes. Estes fragmentos estão situados, muitas vezes, no interior das zonas urbanizadas e os trabalhos que incidem sobre eles são vistos como desafios de planeamento que querem incorporar a biodiversidade numa área urbana.

Paisagens bem cuidadas e de elevado valor são essenciais para o bem-estar social e de uma sociedade economicamente saudável. As paisagens são importantes devido à sua contribuição para a identidade local, regional e nacional, e especificidade local. Para além disso, proporcionam bens e serviços essenciais e necessários para o desenvolvimento das comunidades que usufruem dela (NE a),2012).



A adoção da infraestrutura verde como estratégia de desenvolvimento no ecossistema urbano

A zona metropolitana contemporânea oferece uma dinâmica de mudança que é reconhecível nas paisagens. É necessário, por isso, encontrar sistemas de planeamento que consigam perspectivar a intervenção na paisagem, através do reconhecimento da importância da paisagem em áreas urbanas e desenvolvimento de metodologias de intervenção. Deste modo, é possível orientar as transformações inevitáveis, sem comprometer as características ecológicas e culturais que conferem singularidade a cada território (Magalhães, 2007). Neste âmbito é necessário definir que um território não é mais do que uma área delimitada que está sob o poder de uma jurisdição, pessoa, entidade.

Esta autora defende que a ideia fundamental do planeamento com base no zonamento, através de linhas rígidas e pouco flexíveis, características de um plano, apresenta uma inoperabilidade evidente, ao evitar-se aceitar a paisagem como uma realidade “inacabada”, tal como um sistema aberto. Assim, num processo de planeamento é necessário ter em conta a dinâmica de uma paisagem, aceitar que está em constante mudança e ter essa característica em conta de modo a ser usada em benefício dos projetos e planos realizados futuramente.

Segundo d’Ábreu (2007), o principal problema do desordenamento do território e da não globalização de uma IFV é o fato de ainda se encarar o território como um simples somatório de espaços independentes tais como regiões, lotes, bairros, quarteirões, etc.

Neste sentido, os autores Cormier & Pellegrino (2008) defendem a ideia de que uma rede de espaços abertos, que adotam tecnologias de alto desempenho e adaptam os processos e ciclos ocorridos na natureza, na escala do planejamento urbano e regional, podem ser vistas como uma IFV. Esta pode ser composta de áreas naturais ou de outros tipos de espaços abertos que têm como objetivo a conservação dos valores dos ecossistemas naturais, controle ambiental, regulação climática, recreação e lazer.

De acordo com Istock, *et al.*, (1973), um sistema pode ser definido, simplesmente, como uma partilha de elementos através de relações com o propósito de formar um conjunto de componentes que interagem entre si. Assim, a principal ênfase da análise de qualquer sistema são as forças relativas à interação entre esses componentes, ao invés da análise dos componentes separadamente. Neste sentido, os mesmos autores definem “ecossistema” como um termo usado para descrever um nível particular de organização. Por isso, os ecossistemas são caracterizados pelos fluxos de energia e movimentos de matéria nos seus ciclos.

O conceito de “sistema” surgiu da necessidade de, nos últimos anos, haver uma maior necessidade de perceber a complexidade dos ambientes naturais e culturais (Istock, *et al.*, 1973). Num sentido mais amplo, os ecossistemas urbanos compreendem áreas suburbanas, “*exurbs*” e aldeias escassamente povoadas ligadas por corredores de fluxos e que são afetados diretamente pela principal urbanização, quer em termos energéticos quer materiais (Pickett, *et al.*, 2008).

Os sistemas urbanos têm muitas propriedades semelhantes com os complexos ecossistemas naturais. Num primeiro nível, ambos os sistemas são constituídos por uma variedade de interações entre os seus componentes, ou os seus subsistemas estão ligados através de fluxos, energia, matéria e informação. Mas esta conceção de um ecossistema urbano deve ir além do ambiente construído e incorporar os ecossistemas naturais dos quais o Homem depende e os respetivos sistemas socioculturais (Istock, *et al.*, 1973).

Cormier & Pellegrino (2008) afirmam que os sistemas naturais oferecem diversos serviços ecológicos importantes e essenciais para as cidades como o abastecimento de água, o tratamento das águas pluviais, a melhoria do microclima e o sequestro de carbono.

“A paisagem constitui um recurso”

(Partidário, 1999)

A citação de Partidário (1999) vai de encontro ao que os autores Cormier & Pellegrino (2008) afirmaram anteriormente ao defender que a paisagem deve ser usada de modo a retirar-se dela serviços que beneficiem a população.

Uma IFV é então definida como uma rede interligada de espaços verdes que conservam os valores dos ecossistemas naturais e suas funções (Benedict & McMahon,

2002). Para além desta questão natural, também fornece benefícios associados à população humana como a introdução de espaços de recreio e lazer, diminuição de fenómenos de cheias (enchentes) e amenização da temperatura do ar. Um planeamento tendo em conta uma IFV difere do típico conceito de planeamento muitas vezes utilizado, onde não é considerada a conservação da paisagem, proteção de espaços sensíveis e potencialização de outros que possam ser utilizados como recurso por parte da população. Assim, a IFV pode ser vista como um instrumento que pode ser usufruído, contribuindo para o bem-estar populacional, aumentar a económica regional e a sustentabilidade local. Esta abordagem estratégica de conservação, abordando os impactes ecológicos e sociais da expansão de uma cidade é fundamental para um correto planeamento e ordenamento de um território.

“A IFV é o nosso sistema de suporte nacional da vida natural – uma rede que conecta as linhas de água, zonas húmidas, florestas, habitats da vida selvagem e outras áreas naturais; corredores verdes, parques e restantes zonas de conservação; zonas agrícolas, ranchos e florestas; desertos e outros espaços de suporte das espécies nativas, dela fazem parte processos ecológicos de manutenção natural, fonte de ar e água limpos e contribui para a saúde e qualidade de vida das comunidades americanas.”

(Benedict & McMahon, 2002)

A definição de ecossistema urbano, segundo (Pickett, *et al.*, 2008), consiste no lugar onde as pessoas vivem em altas densidades ou onde uma infraestrutura construída abrange uma grande proporção da superfície da Terra. Neste sentido, o autor defende que as áreas urbanas são aquelas em que a população humana tem uma densidade de pelo menos 186 *hab.km*².

Os limites dos ecossistemas urbanos são frequentemente definidos por bacias hidrográficas, bacias atmosféricas ou apenas por conveniência. Ou seja, os limites dos ecossistemas urbanos são definidos tal como qualquer outro estudo de ecossistema. No caso do ecossistema urbano, é claro que existem muitos fluxos e interações além dos limites definidos pela urbe, como questões políticas ou razões biofísicas (Pickett, *et al.*, 2008).

Uma das primeiras abordagens da ecologia moderna para os sistemas urbanos foi a avaliação do orçamento biogeoquímico das cidades. As cidades podem ser encaradas como ecossistemas heterotróficos que dependem da produtividade de outras partes. Os orçamentos de energia das cidades são motivados pelos combustíveis fósseis, aumentando, por isso, o fenómeno da ilha de calor urbano. As áreas urbanas também concentram os materiais de outros lugares. Por exemplo, a altitude de cidades mais antigas é, geralmente, maior devido à importação de materiais de construção (Pickett, *et al.*, 2008).

Na maioria das áreas metropolitanas, o espaço verde tende a diminuir rapidamente, transformando-se em pequenos fragmentos que acabam por desaparecer. Exemplos

disso são a área metropolitana da Atlanta que perdeu 25% do coberto vegetal desde 1973 e cidades perto de Chicago que aumentaram o uso do solo em 35% de 1970 a 1990 quando apenas 4% da sua população aumentou (Benedict & McMahon, 2002).

Relativamente à adoção da IFV, os modelos originados na Alemanha e Escandinávia, que inspiraram cidades como Seattle, Portland e Vancouver, vêm demonstrando que esta pode ser vista como uma ferramenta formada por espaços abertos, dentro e ao redor de uma cidade. Se estivermos a falar de uma escala regional, a rede de espaços abertos é composta de parques, CV e espaços naturais preservados que devem ser introduzidos nos princípios da Ecologia da Paisagem e do Planeamento (Cormier & Pellegrino, 2008).

Segundo Magalhães (2007), o aparecimento de novas realidades espaciais, tipologias de espaços e problemáticas leva a questionar-se os modelos tradicionais de espaço exterior, dúvidas que se intensificam nas áreas metropolitanas devido a:

- Presença de ocorrências naturais e culturais no interior do tecido edificado, a sua formalização e a problemáticas da continuidade/descontinuidade das estruturas fundamentais da paisagem (segundo a autora dividem-se em edificado/cultural e natural);
- A alteração das tradicionais oposições entre campo e cidade, natural e artificial e a emergência de espaços híbridos da região;
- O aparecimento dos espaços residuais no tecido urbano, onde a alteração do espaço rural não acompanha as mudanças operadas na estrutura edificada.

As novas problemáticas são um incentivo para a conceção de novos modelos para os espaços exteriores, dando oportunidade de discussão do papel da arquitetura paisagista e da Ecologia da Paisagem. Neste sentido, é importante conseguir aplicar sistemas naturais para atender aos desafios de readequação da infraestrutura urbana já implantada, mais importante ainda se nos estivermos a referir à drenagem e à qualidade da água (Cormier & Pellegrino, 2008).

Existem diversas abordagens que trabalham com a introdução da natureza de modo a gerenciar as águas pluviais, empregando os princípios da conservação e recreação das características da paisagem natural. Os autores Cormier & Pellegrino (2008) apresentam algumas ideias no seu estudo onde destacam os jardins de chuva, os canteiros pluviais, as biovaletas, as lagoas pluviais, o tecto verde e a grade verde.

No Reino Unido, a IFV tem vindo a invadir a consciência dos decisores e planeadores. A habitação começa a ser desenvolvida para satisfazer as necessidades atuais mas devidamente acomodada com o ambiente natural, e não em conflito com ele, como outrora se fazia (NE b), 2012).

A EPA (EPA b), 2012) apresenta uma nova abordagem chamada de Desenvolvimento de Baixos Impactes (DBI ou LID – *Low Impact Development*) que diminui os impactes das

áreas construídas, promovendo a circulação natural. Esta técnica promove a utilização de sistemas naturais, que podem remover nutrientes, patogênicos ou metais pesados das águas pluviais. Ao trabalhar para imitar o ciclo natural de água, as práticas de DBI protegem os impactos o mais a jusante, impedindo a degradação do fluxo e da vida aquática.

Todas as ferramentas que em que o DBI se baseia minimizam a impermeabilidade, criando uma drenagem funcional e atraente que trata as águas pluviais como um recurso e não como um produto de resíduos, apresentando os seguintes benefícios (EPA, 2008):

- Redução da poluição através da filtração, adsorção e processos biológicos;
- Proteção dos recursos hídricos a jusante devido a redução da erosão, associado à importância da sensibilização da população;
- Recarga das águas subterrâneas, maximizando a infiltração das águas;
- Aumento da qualidade da água/ redução dos custos de tratamento. De acordo com a mesma fonte, a *American Water Works Association* elaborou um estudo e conclui que existe uma relação direta entre cobrir uma bacia hidrográfica com uma floresta e a redução dos custos de tratamento dessa água com a bacia descoberta;
- O aumento de habitats permite a conservação e aumento dos recursos naturais, dos habitats selvagens, diminuindo os custos de mitigação.

O princípio do DBI pode integrar várias práticas no local de tratamento em vez de usar as típicas bacias de retenção para controlar o escoamento superficial. Este sistema funciona com o gerenciamento das águas pluviais junto às suas fontes devido à utilização de técnicas de *design* que permitem a bio infiltração, evapotranspiração, filtração, armazenamento e reutilização e escoamento da água.

2.1 Desenvolvimento da metrópole de São Paulo e caracterização do distrito Butantã

As metrópoles são o resultado de um desenvolvimento urbano fruto dos impactos da evolução da industrialização (Bruna *et al.*, 2000) e após séculos de urbanização centrada no litoral, o Brasil começou a mostrar sinais de mudança. De acordo com Maricato (2006), em 1970, o Brasil tinha cinco metrópoles com mais de 1 Milhão de habitantes: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife e Salvador.

Segundo Tucci (2005), este crescimento urbano tem-se dado principalmente nos países em desenvolvimento de uma forma insustentável. Como consequência existe uma deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente. O mesmo autor afirma que no Brasil, a população urbana é de 77% de toda a população (47% da população total do

globo), o que agrava ainda mais os problemas das grandes metrópoles. Como o planejamento urbano é realizado para as áreas da cidade ocupadas pela população de renda média e alta, existe uma ocupação sobre as áreas de risco por parte da população de baixo rendimento.

A criação das metrópoles no Brasil veio a concretizar-se devido a variados fatores como a centralização da indústria, a expansão do agronegócio e da exploração de minérios e madeira. Neste âmbito, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), em 2002, era responsável pela 23% da produção industrial do país (Maricato, 2006) e era a maior área urbana brasileira onde houve uma degradação ambiental significativa (Franco, 2001).

Foram vários os técnicos que passaram pela cidade de SP como Bouvard que apresentou uma concepção de parques de fundo de vale para Anhangabaú e o engenheiro Saturnino de Brito que projetou um parque linear para a várzea do Rio Tietê, consistindo numa lagoa de contenção de cheias (enchentes) que ocorrem devido ao estreitamento do cinturão meândrico da calha do rio (Franco, 2001).

Foi no séc. XX que as metrópoles brasileiras ganharam cerca de 120 M de novos habitantes (Maricato, 2006), havendo vantagens e desvantagens sobre essa situação, a nível social, económico, cultural e ambiental. Este crescimento deveu-se, principalmente à crise na cultura do café, durante a Segunda Guerra Mundial. Segundo o IBGE (2000) *in* Maricato (2006), os indicadores de saneamento ambiental estão a melhorar, porém existe ainda muito para se fazer: 83 M hab não têm acesso a esgoto e 14 M hab não têm lixo coletado. Isto implica que são os córregos/ribeirões que vão adotar o papel de receber esses mesmos resíduos.

No entanto, Maricato (2006) afirma que são os indicadores urbanísticos que acarretam maior preocupação e requerem maiores ações de fiscalização e de sensibilização para inverter a situação. Isto porque os indicadores de ocupação inadequada do solo que compromete áreas ambientalmente sensíveis (tal como as margens dos córregos, várzeas e matas), ocupações ilegais, ocorrência de cheias (enchentes) devido à impermeabilização exagerada do solo e comprometimento das linhas de drenagem têm apresentado resultados desanimadores ao longo do tempo. Esta situação ocorre devido à expansão urbana que carece de planejamento e ordenamento (Filho, *et al.*, 2004). Verifica-se que a ausência de um planejamento estratégico para as áreas urbanizadas e em crescimento têm contribuído para o aumento da degradação das águas superficiais urbanas.

A RMSP é constituída pelo Município de SP e mais 38 municípios, que se agrupam em torno da capital do Estado e, foi criada pela Lei complementar número 14 de 08 de Junho de 1973, sendo que atualmente é composto por quinze Regiões Administrativas. Estes 39 municípios que integram a RMSP representam 3,24% do total do território do Estado, numa área de 8,051 km^2 (Bógus & Pasternak, 2009).

Relativamente à habitação na metrópole, existe uma dualidade das formas de morar que faz a distinção entre as famílias mais abastadas e as mais pobres. As chamadas favelas e os condomínios fechados são dois tipos de construções que existem desde o início do séc. XX e expressam os extremos da desigualdade socio-territorial existente no contexto urbano metropolitano (Bógus & Pasternak, 2009). No entanto, são as construções residenciais de baixo padrão que são mais abundantes nos leitos de cheias ou em solos de risco de erosão. Estes espaços de moradias em condição de extrema vulnerabilidade têm crescido desde a década de 80 refletindo ainda mais as desigualdades socioeconômicas.

“A meu ver, tanto uma quanto a outra precisam rever seus planos com seriedade e urgência para não se transformarem conjuntamente num “mega-cluster” de impacto ambiental característico do estado de pobreza.”

(Franco, 2001)

O distrito Butantã está dividido em cinco subdistritos: Butantã, Vila Sônia, Morumbi, Rio Pequeno e Raposo Tavares (Figura 2.1).



Figura 2.1: Subdistrito da Região Butantã. Fonte: Subprefeitura Butantã, 2009.

O distrito Butantã situa-se na região Oeste de SP e apresenta uma grande concentração de usos residenciais horizontal de médio a alto padrão, correspondendo principalmente aos bairros do City Butantã, Caxingui e Morumbi (atlasambiental, 2000). Inicialmente, este distrito era constituído por sítios, mas foi a partir da implantação do Instituto Butantã e da Cidade Universitária, em 1990, que ocorreu um desenvolvimento mais acentuado do local (Subprefeitura Butantã, 2009).

Os usos que estão associados à ocupação industrial têm uma maior incidência nos rios Tietê e Pinheiros, ocupando uma extensa área. O distrito Butantã é caracterizado por fazer parte das áreas industriais e comerciais e possui pequenos núcleos comerciais e quadras residenciais de baixo padrão. Estes estão situados, principalmente nas áreas mais próximas aos limites do Município e à Cidade Universitária (atlasambiental, 2000).

2.1.1 Caracterização da Rede Hidrográfica de São Paulo

A cidade de SP encontra-se na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) (Figura 2.2), com uma procura total de abastecimento de água na ordem dos $64 \text{ m}^3/\text{s}$, no entanto, mais de metade da água é importada da bacia do Piracicaba. Segundo Tucci (2005) esta situação ocorre devido à contaminação dos mananciais e por falta de tratamento dos esgotos domésticos.

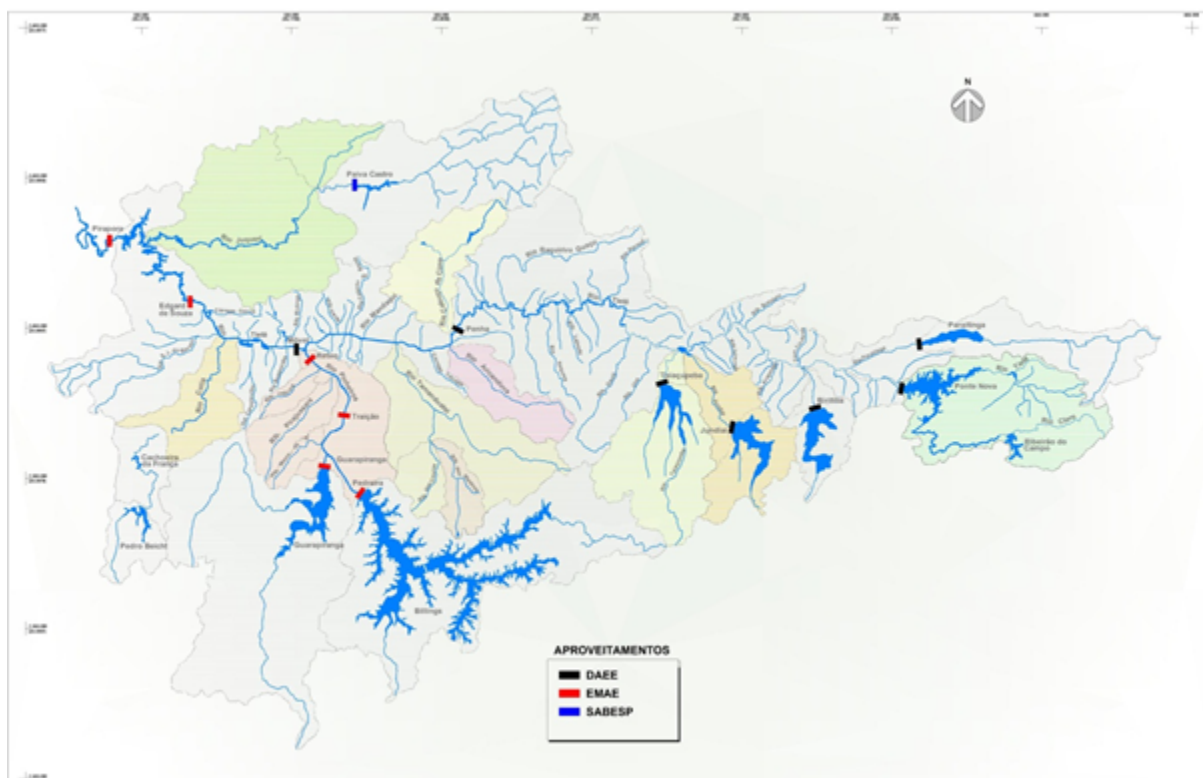


Figura 2.2: Hidrografia da Bacia do Alto Tietê. Fonte: DAEE a), 2011, sem escala.

A BHAT possui uma área de drenagem de 1.889 km^2 e é formada por seis rios: Tietê, Claro, Paraitinga, Biritiba-mirim, Jundiaí e Taiaçupeba-mirim e é constituída por cinco reservatórios que, em conjunto, formam o Sistema de Abastecimento do Alto Tietê – Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba. Este sistema é administrado pela SABESP que tem como função a captação, armazenamento e tratamento da água da RMSP e é responsável por abastecer 15% da população desta região (ArcPLAN, 2002)

O Rio Tietê é o principal rio do estado de SP por atravessar praticamente, todo o estado de leste a oeste. No entanto, para além desta importância que o rio oferece, é um dos mais poluídos tanto do estado como do próprio Brasil, principalmente no trecho (trecho) que banha a cidade de SP. Este processo de degradação ocorreu principalmente

devido à poluição industrial, esgotos não tratados que foram sendo depositados no rio, desde 1940, e da expansão urbana que ocorreu nesta época. Com o avançar do tempo, foi sendo construída uma rede de coleta de esgotos e, atualmente, todos os municípios da bacia possuem essa coleta mas nem todos possuem um tratamento adequado.

Outro grave problema deste rio é o das cheias (enchentes) (Figura 2.3). Sendo um rio de meandros, a construção das avenidas marginais obrigou à sua retificação. Deste modo, aumentou-se o risco de cheias (enchentes) ao elevar a velocidade da água e também por estas avenidas serem construídas nas zonas de várzea do rio. Para agravar a situação, a constante impermeabilização do solo de SP devido ao seu crescimento desordenado contribuiu para a situação que se faz sentir nos dias de hoje.



Figura 2.3: Transbordamento do Rio Tietê, afetando o trânsito nas vias marginais. Fonte: Leonam, 2011.

A RMSP desenvolveu-se a partir da década de 50 na área das bacias dos rios Tietê e dos seus afluentes. Estes solos de topografia acidentada foram ocupados de uma maneira desordenada, resultando num aumento da intensidade e frequências de cheias e de produção de sedimentos (Tucci & Collischonn, 1998).

Neste âmbito, Maricato (2006) afirma que são as cidades de porte médio que passam a crescer mais do que as metrópoles. Uma das conclusões desta autora é a convivência da riqueza concentrada com a pobreza, uma vez que é em apenas duas metrópoles (SP e Rio de Janeiro) onde se situam mais de metade dos moradores de favelas.

A degradação ambiental afetou também os seus afluentes como os rios Pinheiros, Tamanduateí e Aricanduva. Atualmente, o Rio Pinheiros é acompanhado da Marginal Pinheiros (que no trecho (trecho) do Subdistrito Butantã recebe o nome de Via Professor Simão Faiguenboim) que isolou este corredor à população. Esta via é bastante

importante na cidade de SP por receber 70% do fluxo total de veículos da cidade, diariamente (SIGRH, 2012).

A cidade de SP também se encontra sob a Bacia Hidrográfica do Rio Pinheiros e as suas nascentes situam-se nos municípios de Taboão da Serra e Embu. Este rio é alimentado por 19 afluentes sendo um deles o Córrego Pirajuçara (ACRP, 2009). Ou seja, a sub-bacia do Pirajuçara faz parte da Bacia do Alto Tietê, sendo que o Córrego Pirajuçara é um afluente da margem esquerda do Rio Pinheiros.

Este rio é alvo de diversos problemas dentre os quais se pode destacar (ACRP, 2009):

- Recebe efluentes de 290 indústrias e de dejectos de 400 000 famílias através dos afluentes, como por exemplo o Córrego Pirajuçara;
- A água é totalmente poluída sendo apenas destinada à navegação de acordo com a Classe nº 4 do Decreto Estadual nº 10.755/77, tendo como referência a classificação conceituada pelo Decreto Estadual nº 8.468/76;
- Em algumas situações a água poluída do Rio Tietê é bombeada para o Rio Pinheiros.

Com a construção da Represa Billings, o curso de água do Rio Pinheiros pode ser invertido, consoante o sentido de escoamento mais conveniente para a altura do ano. No entanto, foi em 1992 que o bombeamento para a Billings foi proibido sendo que para proteger o reservatório da poluição só é permitido o seu bombeamento em eventos de chuva intensa e de perigo de cheias (enchentes) (SIGRH, 2012).



Figura 2.4: Córrego Pirajuçara na USP. Fotografia tirada pela autora em Junho de 2012.

Com o aumento acentuado de uma metrópole como a cidade de SP é necessário ter em conta estratégias que protejam toda a infraestrutura capaz de ofertar serviços para essa

mesma cidade. Acontece que a capacidade de usufruir todos os benefícios oferecidos por essas infraestruturas é sentida, apenas, quando esta falta.

2.2 Afetação na amenidade, águas urbanas, biodiversidade e mobilidade

Um sistema de IFV ajuda a proteger e restaurar ecossistemas em funcionamento e fornece um quadro para o desenvolvimento futuro. De acordo com Benedict & McMahon (2002) estes sistemas promovem o aumento de biodiversidade, manutenção de processos naturais da paisagem, filtro de água e ar, aumento do recreio, saúde e uma melhor compreensão da natureza e das suas relações.

Na primeira metade do séc. XX, muitos rios e córregos foram retificados com vista à proteção das zonas urbanas, vias de transporte e terras agrícolas contra as cheias (enchentes). Neste sentido, a ideia principal era a de transformar os rios (meândricos) em leitos com perfil regular e com margens revestidas. Nesta altura as consequências a nível ambiental não eram tidas em conta nem a relação biota/rio (Binder, 2001). As zonas de leito sofriam de uma forte pressão para a ocupação urbana, atividade agrícola intensiva, estradas e estações de tratamento. O mesmo autor diz que, para além desta ocupação, também se procedia à diminuição das margens naturais dos rios, o que veio agravar o problema das cheias (enchentes). Assim, para contrariar estes problemas procede-se à aplicação de obras hidráulicas adaptadas à natureza e pretende-se recuperar o funcionamento desses ecossistemas através da conservação e recuperação das áreas de inundação.

Exemplo de projetos que tendem a reverter as construções de engenharia que retificaram os rios ou córregos encontram-se, entre outros, na Austrália. O projeto em *Boardwalk Estate* chamado de *Skeleton Creek*, o *Torrens River Park* (Figura 2.5) em Adelaide ou o ribeirão *Haslan* em *Sydney* são exemplos de renaturalização de rios que utilizam todas as potencialidades do local para a prestação de serviços para a sociedade, com a particularidade de utilizaram, sempre que possível, as espécies endémicas características do local.



Figura 2.5: Torrens River Park, Adelaide, Austrália. Fonte: TPG, 2012.

2.2.1 Amenidade

Segundo Filho, *et al.* (2004) a mancha urbana tem produzido alterações químicas, energéticas e hídricas que levam à deterioração da qualidade de vida de mais de 17 Milhões habitantes. As altas temperaturas acompanhadas de um aquecimento sem nebulosidade causaram, em 2002, um elevado desconforto térmico da população assim como um aumento do consumo de água. São também observadas, no estudo deste autor, as elevadas temperaturas sentidas na RMSP e o contraste térmico entre os vários córregos de SP sem mata ciliar com o restante do Continente e Oceano Atlântico.

Num estudo realizado por Bueno & Ximenes (2011) verificou-se que o fenómeno da ilha de calor se deve menos ao efeito de estufa e mais aos fatores urbanos específicos. O pouco revestimento vegetal e o rápido esgotamento das águas pluviais através das canalizações aumentam a temperatura sentida nos centros urbanos e os danos que daí advêm. Este estudo defende que a implementação de uma IFV bem planeada contribui para a amenização deste efeito.

A ilha de calor urbano constitui uma alteração climática frequente e que está relacionada com a ocupação do solo urbano e o uso de energia. Esta ilha de calor reflete a diferença entre as temperaturas urbanas e rurais, que muitas vezes são insignificantes no dia-a-dia mas entre as 14-15h apresentam o seu pico, podendo atingir diferenças de 5-10°C. Neste sentido, o núcleo urbano é mais quente que as áreas vizinhas, que por sua vez são mais quentes que as florestas das redondezas (Pickett, *et al.*, 2008).

As diferenças de temperatura entre a cidade e o campo têm implicações biológicas. Ou seja, como resultado das alterações climáticas, nas cidades de zonas temperadas o fenómeno de floração e a queda das folhas é mais tarde do que no campo circundante às cidades (Pickett, *et al.*, 2008).

2.2.2 Águas urbanas

“Visão integrada dos aspetos da infraestrutura urbana que possuem relação com as inundações urbanas”

(Tucci, 2005)

A estratégia da engenharia fluvial e hidráulica foi, durante muito tempo, orientada no sentido de retificar o leito dos rios e córregos. Assim, era possível que a água fosse dirigida para jusante pelo caminho mais curto, ganhando, por isso, uma velocidade maior. Com esta situação pensava-se que era possível ganhar mais terras para a agricultura, urbanização e minimizar os efeitos locais das cheias (Binder, 2001).

Isto porque foi necessário agir contra as inundações que se fizeram sentir, principalmente, a partir da segunda metade do séc. XX, com o desenvolvimento urbano. Assim, houve uma crescente concentração de população em pequenos espaços e como consequência desenvolveu-se impactes nos ecossistemas aquáticos e terrestres, inundações, doenças e perda de qualidade de vida (Tucci, 2005).

O escoamento das águas pluviais é o resultado das modificações hidrológicas que acompanham o desenvolvimento atual das metrópoles. A impermeabilização da superfície do solo e a sua compactação, remoção de vegetação e alteração dos estratos arbóreos modificam o movimento da água. Como a interceção, evapotranspiração e infiltração da água são modificadas, a precipitação é convertida em escoamento superficial. Estas modificações, para além de afetarem as características do desenvolvimento local, interferem também na bacia na qual a cidade está localizada (EPA a), 2012). Deste modo, a erosão e o assoreamento a jusante tornam-se um problema real.

As cheias (enchentes) aumentam a sua frequência e magnitude devido à impermeabilização do solo. De acordo com Fernandes, *et al.*, (2006) existem variados fatores que aumentam a velocidade de escoamento das águas aumentando, assim, o agravamento das inundações e da poluição difusa das águas. Destes fatores é possível salientar os processos de desmatamento com a retirada da vegetação original, a modificação da topografia devido à edificação, a impermeabilização do solo e a implementação de obras de drenagem convencionais.

No entanto, existe uma grave consequência para a impermeabilização e a deslocação de terras a montante. Acontece que a água ganha mais energia perto da nascente e com o acumular do volume natural no percurso do rio, a velocidade é aumentada e os riscos de inundação e de perda de recursos humanos e materiais torna-se mais real.

Um dos maiores desafios dos planeadores e administradores dos centros urbanos foi o da resolução dos problemas que a drenagem urbana oferece. De acordo com SIGRH (2012) uma das principais questões, particularmente nos países emergentes, foi o processo de urbanização e a precariedade da infraestrutura existente, ausência de

planeamento e carência de recursos. Para além da impermeabilização das áreas naturalmente permeáveis, ocupação das várzeas e talvegues, ainda tem que se juntar a regularização dos rios e córregos, o que amplifica os picos de vazão.

Os rios são constituídos por um leito menor e outro maior. O leito menor é limitado pelo risco de inundação num período de 1,5 a 2 anos (figura 2.6). Assim, quando existe uma inundação que chegue ao leito maior, é identificada a sua magnitude e o seu risco. Os impactes pela inundação aumentam essa área de risco é ocupada pela população (Tucci, 2008).

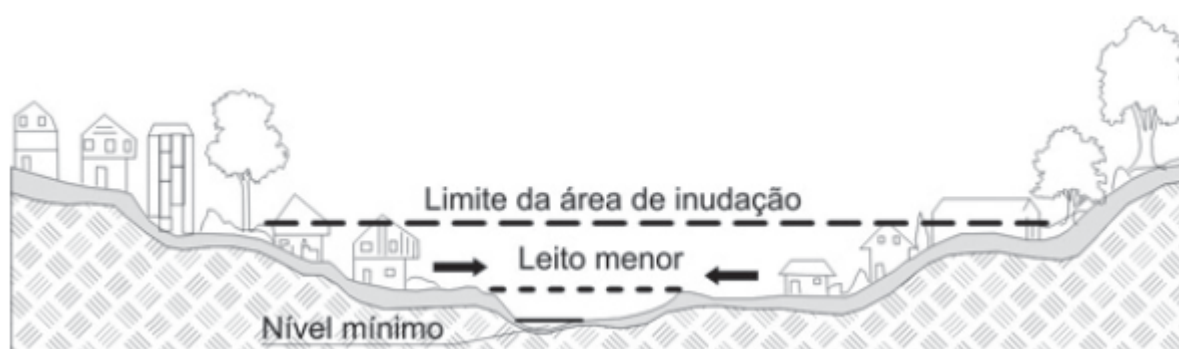


Figura 2.6: Características dos leitos do rio. Fonte: Tucci, 2008.

Este autor defende que as inundações em áreas urbanas podem ocorrer devido a dois processos ocorridos simultaneamente ou isolados:

- Inundações de áreas ribeirinhas – caracterizam-se como sendo inundações naturais do leito maior devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e escoamento da bacia hidrográfica;
- Inundações em função da urbanização – são aquelas que ocorrem devido à impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstrução ao escoamento.

O estudo de Filho, *et al.* (2004) conclui que a maioria dos episódios de cheias (enchentes) está associada a diversos fatores como o forte aquecimento diurno e a interação da circulação da brisa marítima. O autor concluiu que 68% dos eventos de cheias (enchentes) estão associados a uma precipitação intensa desenvolvida na ilha de calor urbana da RMSP, temperaturas superiores a 30°C e a penetração da brisa marítima.

Estes episódios de cheias (enchentes) implicam perda de vidas humanas e materiais. Relativamente à perda de vidas humanas são as crianças as mais vitimizadas pela erosão dos corpos de água e os deslizamentos de terra. Neste estudo, Tucci (2005) afirma que apenas no mês de Janeiro de 2004, 84 pessoas morreram no Brasil, devido a eventos relacionados com inundações. Este autor realça alguns problemas que têm vindo a ocorrer nas últimas décadas, devido ao mau planeamento da urbanização como os

emigrantes de baixa renda que invadem áreas públicas, sem infraestruturas de urbanização, formando as áreas de risco de inundação ou deslizamento.

Os principais problemas relacionados com a infraestrutura da água no ambiente urbano são (Tucci, 2005):

1. Falta de tratamento de esgoto, lançando-os na rede de águas pluviais;
2. Falta de drenagem urbana, sofrendo recorrentes inundações com o aumento da impermeabilização;
3. Ocupação do leito de cheia;
4. Impermeabilização e canalização dos rios urbanos, levando ao aumento da vazão e frequência;
5. Deterioração da qualidade da água, criando potenciais riscos de eutrofização e saúde pública;
6. Carência de uma gestão organizacional que integre o solo urbano e sua infraestrutura.

Neste sentido, o mesmo autor realizou uma relação entre as diferentes vazões registadas numa zona rural e outra urbanizada, representada na figura 2.7.

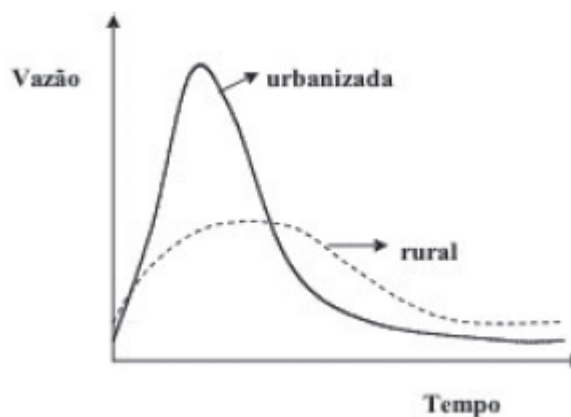


Figura 2.7: Hidrograma da bacia rural e depois de urbanizada. Fonte: Tucci, 2008.

Através da visualização do gráfico observa-se que à medida que uma cidade se urbaniza, o valor das vazões máximas chegam a ser o dobro. Isto porque devido ao aumento da capacidade de escoamento dos canais, aumenta a produção de sedimentos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas (Tucci, 2008).

Tucci & Collischonn (1998) afirmam que as cheias (enchentes) aumentam de frequência não só pelo aumento da vazão mas também pela redução da capacidade de escoamento provocado pelos canais construídos. Relativamente ao transporte de sedimentos, e ainda de acordo com os mesmos autores, o transporte deste material

implica um aumento da carga de poluentes agregados, contribuindo para a redução da qualidade da água.

Os custos da perda e restituição dos materiais danificados nestes episódios fica superior à introdução de uma IFV adequada que combata as consequências referidas e as vidas perdidas (Tucci, 2008). O desenvolvimento socioeconômico e o aumento e manutenção da qualidade de vida dependem do controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e ainda mais importante nas regiões urbanizadas (Godoy, 2008).

Franco (2001) realça a importância do papel das autoridades estaduais não atuarem de acordo com o problema que existe, atualmente, em SP. Assim, de acordo com a autora, é importante que seja resolvido o problema das cehias (enchentes), ligados à potabilidade da água que só serão possíveis através da despoluição dos rios principais, aliados a projetos paralelos. Estes projetos passam pela educação ambiental e consciencialização da importância da água e das áreas verdes, coleta seletiva e encaminhamento adequado para reciclagem.

Com a restauração das linhas de água é possível recuperar os rios e córregos de modo a regenerar, o mais próximo possível, o biota natural através da manutenção regular ou de programas de renaturalização. Um bom exemplo de planos específicos contendo propostas relativas à renaturalização de rios estão inseridos no planejamento estadual dos recursos hídricos da Alemanha (Binder, 2001). Assim, é possível preservar, conservar e renaturalizar o leito dos rios, zonas marginais ou baixadas inundáveis sem comprometer as zonas urbanas e vias de transporte, não causando desvantagens para a população.

O mesmo autor afirma que este processo de renaturalização não implica uma regressão, voltando a uma paisagem original que não seja influenciada pelo Homem. Corresponde, sim, a um desenvolvimento sustentável da paisagem considerando as necessidades atuais da população.

2.2.3 Biodiversidade

A realização de obras de engenharia com base na ideia de se aumentar a velocidade do rio e impermeabilizar os leitos tem consequências negativas para o ambiente que devem ser consideradas no processo de planejamento. Deste modo, o biota (figura 2.8) da área é reduzido devido à diminuição dos habitats e nichos ecológicos e os prejuízos materiais são imensos para a sociedade (Binder, 2001).

É possível observar, frequentemente, a regularização/retificação dos rios e margens e leitos protegidos, provocando um comprometimento das relações biológicas (Binder, 2001). A importância das zonas ripícolas é alta pois englobam habitats e respectivas comunidades das zonas marginais de rios e lagos. É um sistema que interliga e interatua com os sistemas terrestres e aquáticos (naturlink, 2009).

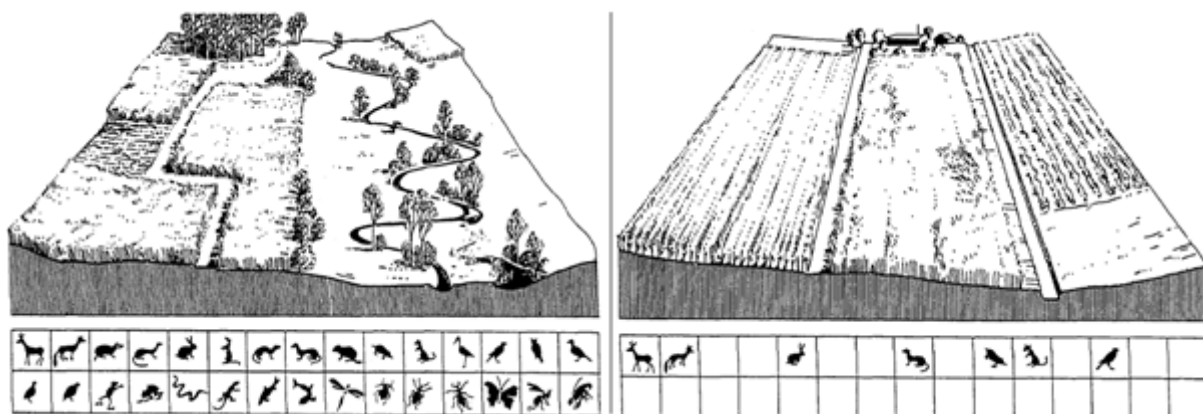


Figura 2.8: Perda de biotas por regularização de rios. Fonte: Binder, 2001.

A ruptura entre o rio e a e o leito de cheia (baixada) (figura 2.9) ocasiona o empobrecimento dos ecossistemas com perda da diversidade biótica. A estrutura e composição da vegetação têm sido um dos focos dos estudos ecológicos em cidades. Esses estudos têm documentado grandes efeitos da urbanização sobre a estrutura da floresta. Há também efeitos locais sobre a vegetação urbana. Por exemplo, retalhos de floresta adjacentes às áreas residenciais têm uma maior orla e as suas margens tendem a recuar devido ao uso recreativo. A regeneração destas zonas é, frequentemente, fracassada devido a vários fenómenos que causam perturbação como incêndios, pisoteio e competição com espécies exóticas (Pickett, *et al.*, 2008).



Figura 2.9: O rio Vils, Amberg, em 1990 e quando foi parcialmente renaturalizado. A área adjacente ao rio, ou seja, o leito de cheia (baixada inundável) é utilizada como parque municipal. Fonte: Binder, 2001.

As áreas com vegetação na paisagem urbana têm como objetivo reter e fornecer nutrientes, estar na base de um meio de crescimento como substrato para a flora e fauna, absorverem e reterem água e intercetarem contaminantes geradas pelas atividades humanas. No entanto, em áreas urbanas, as configurações dos solos são modificadas em

função da atividade humana, logo estão também funcionalmente alteradas (Pickett, *et al.*, 2008).

A vegetação ripícola (ou ciliar) é uma unidade paisagística que se consegue diferenciar perfeitamente na avaliação da paisagem (naturlink, 2009). Esta constitui um sistema essencial para os ecossistemas fluviais por:

- Representar habitats únicos;
- Incrementar a biodiversidade e a produtividade biológica;
- Contribui com matéria alimentar para os sistemas aquáticos;
- Retém sedimentos da erosão hídrica e nutrientes de lixiviação;
- Importante a nível paisagístico.

A aplicação de cada vez mais fertilizantes nas culturas - sistemas terrestres responsáveis por elevados *inputs* - conduz ao fenómeno de lixiviação dos nutrientes móveis que acabam por ser adsorvidos nos solos e arrastados pelas águas. Aqui, a vegetação ripícola tem um papel fundamental ao funcionar como filtro biológico de nutrientes e outras substâncias poluentes ao evitar a eutrofização dos sistemas aquáticos. Como dito anteriormente, estes sistemas também atuam como barreiras lineares, estabilizando as margens e reduzindo a erosão, precisamente, por reterem os sedimentos (naturlink, 2009).

O fluxo de nutrientes que são produzidos pelos processos ao longo da bacia mantém os habitats da fauna e da flora aquática e terrestre. Esse processo dá-se até às baixadas alagáveis, o que possibilita a manutenção da biota. Quando esses fluxos e processos são interrompidos por ações do homem, como diques, represas ou desmatamentos, há uma desconexão e isso pode ter consequências não desejadas e imprevistas (Leitão & Ahern, 2002).

“Os cursos de água são considerados sistemas naturais funcionais quando não estiverem poluídos e quando possuírem a capacidade natural de modificar o seu leito e curso sem interferências antrópicas.”

(Binder, 2001)

Pode-se dizer que a riqueza de espécies tem aumentado em florestas urbanas mas apenas porque estão a ser introduzidas mais espécies exóticas. O papel das espécies exóticas tem recebido especial atenção nos estudos urbanos e a percentagem de flora representada por espécies nativas diminui desde a periferia até ao centro da cidade. O contexto social também influencia a riqueza das espécies uma vez que os bairros mais abastados têm mais espécies exóticas dos menos abastados (Pickett, *et al.*, 2008).

De acordo com Spirn (1984) referido por Herzog (2008), as florestas urbanas já são elementos em muitas cidades europeias pois chegou-se à conclusão da sua importância

na contenção de encostas, prevenção da erosão e manutenção da qualidade das águas. Para além da amenização da ilha de calor, retenção de poluentes e melhoramento da qualidade do ar, estas florestas também regulam o ciclo hidrológico e facilitam a filtração da água das chuvas.

O mesmo autor defende que as mudanças estruturais e de composição não são as únicas alterações do biota numa urbe. As próprias plantas e animais também evoluíram para dar resposta às novas condições das cidades. A tolerância ao cobre, zinco e chumbo tem modificado a genética das plantas, provocando respostas evoluídas nos vegetais. Neste sentido, a heterogeneidade não é sinónimo de um ambiente saudável, dentro de uma cidade (Pickett, *et al.*, 2008).

Neste sentido, as interações dos seres humanos com o ambiente urbano têm sido estudadas, principalmente, pelos planeadores e arquitetos. Por exemplo, o *Central Park*, em Nova Iorque, foi projetado por Frederick Law Olmsted para vincular as propriedades ambientais com o bem-estar humano nas cidades. O projeto de Olmsted para o Fens Boston e Riverway mostra como é possível a combinação da gestão das águas residuais e a amenidade do ambiente com o recreio da população. O projeto de Mcharg com a natureza alertou os planeadores e arquitetos para o valor da incorporação entre estes e a engenharia de forma a introduzir a ecologia e suas características naturais num plano regional (Pickett, *et al.*, 2008).

2.2.4 Mobilidade

As cidades estão, atualmente, saturadas por congestionamentos, stresse e perda de qualidade de vida e qualidade ambiental. De modo a contrariar esta tendência é necessário implementar uma rede de transportes coletivos apropriada às exigências atuais da cidade, assim como um sistema de ciclovias. De acordo com Bueno & Ximenes (2011) este tipo de transportes são fundamentais para recuperar o bem-estar da população, ao mesmo tempo que oferece melhores condições ambientais. Neste sentido, o uso da bicicleta é um meio de transporte sustentável que é normalmente utilizado em paralelo aos parques lineares.

Segundo Herzog (2008), a utilização de uma IFV é ideal uma vez que cria conexões para o Homem. Para além de uma vida de transporte alternativo e não poluente, contribui para manter a saúde física e mental, propicia o quotidiano com a natureza e promove a educação ambiental.

Para o planeamento de uma IFV deve-se propor ciclovias e trilhas que façam a conexão entre diversos bairros, constituindo um meio alternativo de transporte. O mesmo autor afirma que os ecossistemas mais frágeis devem ter uma correta manutenção de modo a que o trânsito não cause qualquer tipo de impacto, tendo sempre em conta a sua capacidade de suporte.

As marginais da cidade de SP e a sua envolvente têm vindo a ser estudadas devido ao

paradigma no desempenho das funções múltiplas de transporte. Isto porque conseguem agregar os maiores elementos do sistema viário e as intersecções para onde convergem as grandes massas de deslocamento relativas à metrópole (Franco, 2001).

Particularmente na RMSP, a partir do séc. XX, houve um processo de desconcentração urbana em direção à periferia, dificultando a mobilidade através do aumento de tráfego, deterioração do transporte e das próprias redes de transporte (Tucci & Collischonn, 1998). Neste âmbito, os mesmo autores explicam que os três grandes principais problemas nos países em desenvolvimento passam por uma grande concentração populacional numa pequena área, aumento da periferia das cidades de uma forma descontrolada e o fato de a urbanização ser espontânea, e o seu planeamento ser realizado para a população de média e alta renda.

Segundo a Comissão Europeia (2000) referido por (Bueno & Ximenes, 2011), foi estudado o uso da bicicleta como meio de transporte urbano. Nesse estudo concluíram que este tipo de meio de transporte é mais rápido e eficiente nos trajetos urbanos curtos e promove um melhor acesso à população.

2.3 Desenvolvimento socioeconómico de uma região quando introduzida a infraestrutura verde

Um recente estudo elaborado pela Comissão Europeia (EC, 2012) concluiu como o conceito de IFV consegue integrar de uma forma positiva a política de espaço verde com as políticas de desenvolvimento económico na região do Reino Unido, enfatizando as ligações entre os benefícios económicos de espaços verdes e as políticas de crescimento.

De acordo com a mesma fonte, a introdução de espaços verdes em áreas urbanas é valorizada por questões de saúde para os cidadãos, preservação do meio ambiente e através da promoção de espaços para as interações sociais. Este estudo incidiu sobre a forma como o valor económico de projetos de IFV influencia o desenvolvimento económico e concluiu que com a valorização desses espaços verdes em termos ambientais consegue-se ter benefícios económicos. Ou seja, o valor económico oferecido pelas funções do espaço verde é real e chegou a onze benefícios económicos identificados. Entre eles destacam-se o turismo, a recreação, o crescimento económico do investimento e da biodiversidade (EC, 2012).

Este estudo tem uma abordagem onde introduz a IFV não como uma adição opcional de um planeamento mas como uma parte integrante do desenvolvimento económico. Assim, é possível ver uma IFV como uma fonte valiosa que permite o desenvolvimento sustentável, em vez de ser como uma barreira para o crescimento.

Ao introduzir-se uma IFV é possível criar empregos e fazer crescer a economia a curto-prazo, ao mesmo tempo que estabelece as bases de longo-prazo para o desenvolvimento económico e competitividade a nível global (LAM, 2009). Isto porque

a IFV consegue a redução do consumo de energia, cria empregos e promove um desenvolvimento económico a longo-prazo.

Exemplo disso foi a cidade de Edmonston, Maryland, que conseguiu recursos federais para a incorporação de uma IFV. Essa construção permitiu mais empregos na zona, controlo das cheias, diminuição do custo energético dos espaços públicos (iluminação) e aumento da qualidade de vida dos residentes de Edmonston (LAM, 2009).

Outro estudo, desenvolvido em três cidades de Massachusetts, em 1992, constatou que as terras agrícolas, florestas e espaços abertos conseguem gerar mais dinheiro que os custos associados à sua manutenção ou gestão. No mesmo estudo, conclui-se também que as residenciais construídas perto desses espaços estavam associadas a maiores receitas do que comparativamente a residenciais sem espaços verdes (Benedict & McMahon, 2002).

Neste âmbito, o estudo descrito em EC (2012) defende que reduzir os efeitos negativos das alterações climáticas acaba por ter mais vantagens relativamente aos custos do que substituir os serviços degradados ou perdidos por soluções tecnológicas artificiais e mais dispendiosas.

Segundo Benedict & McMahon (2002), investir numa IFV pode ser, muitas vezes, mais rentável do que o convencional projeto de obras. Nova Iorque, em 1990, evitou a necessidade de gastar 7000 Milhões de dólares num processo tecnológico novo de filtração de água. Assim, foi gasto apenas 1,5 Milhões de dólares ao introduzir plantas que protegem a bacia hidrográfica nas Montanhas Catskill. Outro exemplo que os mesmos autores citam é em Arnold, Missouri, onde canteiros na planície de inundação foram utilizados de modo a reparar e diminuir os danos por inundação nesta região, e onde se reduziu drasticamente o custo para os contribuintes.

2. A ADOÇÃO DA INFRAESTRUTURA VERDE COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO NO ECOSISTEMA URBANO

2.3. Desenvolvimento socioeconómico de uma região quando introduzida a infraestrutura verde



Metodologia

A metodologia seguida para a elaboração de uma carta com a IFV proposta para o Subdistrito Butantã começou por fazer uma análise do terreno, seguido do diagnóstico dos principais problemas observados e finalizando com a proposta de medidas e ideias para contrariar esses problemas, de modo a contribuir para uma melhor planeamento do território.

Assim, o desenvolvimento desta dissertação foi realizado em cinco etapas fundamentais e bem diferenciadas entre elas: Pesquisa bibliográfica, definições e conceitos; Caracterização do Subdistrito Butantã e do Córrego Pirajuçara; Tratamento da Informação Geográfica; Delineamento de uma Infraestrutura Verde para o Subdistrito Butantã e Propostas de Intervenção. Para melhor percepção das etapas decorridas apresenta-se a figura seguinte. É de destacar que este trabalho é maioritariamente descritivo e segue uma abordagem qualitativa ao invés de uma abordagem quantitativa. Esta questão pode ser uma oportunidade para futuros estudos que se concentrem numa avaliação numérica do território.

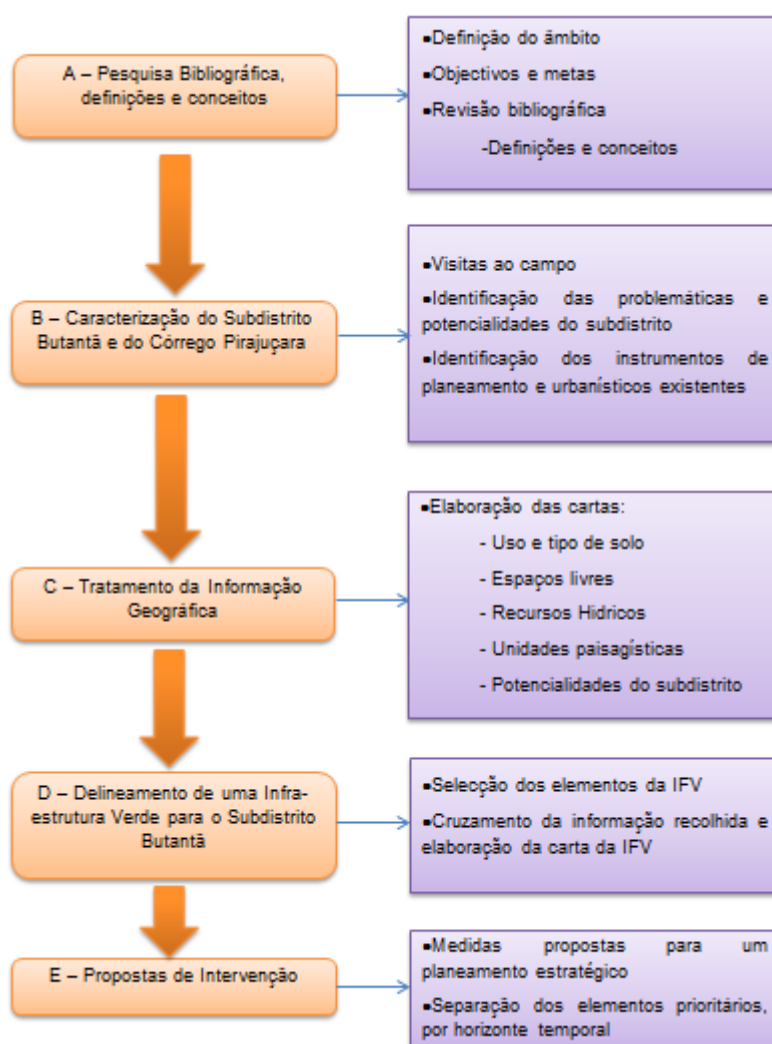


Figura 3.1: Metodologia Adoptada.

A. Pesquisa bibliográfica, definições e conceitos

Numa primeira fase procedeu-se à pesquisa bibliográfica, caracterizada por ser uma etapa teórico-conceitual, onde foi definida a definição do âmbito do presente trabalho. Posteriormente foi realizada uma revisão dos conceitos-chave:

- Paisagem;
- Estrutura da Paisagem;
- Ecologia da Paisagem;
- Planeamento da Paisagem;
- Ecossistema urbano;

- Infraestrutura Verde.

Esta fase é caracterizada por se recorrer a dados secundários como livros, artigos e teses e para a análise e identificação das problemáticas sentidas na região e no Subdistrito Butantã foi utilizada a informação disponibilizada, maioritariamente, na página eletrónica da subprefeitura de Butantã e pelo *Google Earth*.

B. Caracterização do Subdistrito Butantã e do Córrego Pirajuçara

Esta fase é caracterizada pelas visitas de campo e recolha de dados com a finalidade de identificar as problemáticas e potencialidades da zona estudada. Aqui é perceptível a relação entre a gestão até então feita do Córrego Pirajuçara e das suas margens e respetivas consequências para o subdistrito. Posteriormente foi realizado um levantamento dos instrumentos de planeamento e urbanísticos existentes presentes e atuantes na região estudada.

C. Tratamento da Informação Geográfica

Para a consecução deste trabalho foram utilizados métodos computacionais baseados na aplicação de uma base de dados georreferenciada, ou seja, utilizou-se um SIG com recurso ao *software* ArcGIS 9.3. Utilizou-se um conjunto de informação georreferenciada, nomeadamente ortofotomapas de 2007, informação disponível na página eletrónica do CESAD, fornecida pela Emplasa, pelo CEM (Centro de Estudos da Metrópole) e pelo CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano); os sistemas de coordenadas utilizados foram o Córrego Alegre-UTM-Zone 23S, GCS-WGS-1984 e o GCS-South American-1969.

Devido a estes sistemas funcionarem como uma ferramenta que permitem relacionar a informação alfanumérica e espacial consegue-se uma inter-relação efetuada através de Bases de Dados Georreferenciados. Assim, garante-se uma ligação direta entre os atributos (dados) e as entidades (referências geográficas) de um local.

A utilização do *software* ArcGIS 9.3 foi, essencialmente, para a elaboração das cartas que antecedem a realização do plano de IFV. No entanto, é de salientar os erros presentes e os dados incompletos na informação disponível, o que resultou em mapas únicos, elaborados pela autora, de modo a cobrir essas lacunas.

i. Carta do uso e tipo de solo

Identificação do uso do solo a partir da informação disponibilizada pelos ortofotomapas 1:5000 de 2007, da Emplasa, Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e do *Google Earth*. O uso do solo foi dividido em doze classes: Cidade Universitária, Comércio e serviços, Curso de água e raia olímpica,

Equipamentos públicos, Indústrias, Residencial e comércio, Residencial e indústria, Residencial horizontal de baixo padrão, Residencial horizontal de médio/alto padrão, Residencial vertical de médio/alto padrão, Rodovia e Vegetação arbustiva e arbórea.

Nesta fase também foram realizadas visitas ao local, nos dias 9 e 10 de Agosto de 2012, de modo a complementar os dados adquiridos digitalmente e a atualizar o máximo possível a informação disponível por esses meios.

ii. Carta dos Espaços livres

Aquando a formação da carta de espaços livres foram identificados todos as zonas com árvores ou áreas relvadas (gramado), lotes abandonados e sem construção e parques de estacionamento fechado. Para isso, recorreu-se ao *Google Earth* e a visitas aos locais nos dias 9 e 10 de Agosto de 2012. É de salientar que nem todos os espaços se encontram iguais aos registados no *Google Earth* e, por isso, admitiu-se a situação presente aquando a visita.

iii. Carta das unidades paisagísticas

Para a obtenção da informação relativa às unidades paisagísticas foi cruzada a informação das curvas de nível e do uso e tipo do solo do subdistrito Butantã. Para tal, recorreu-se a ferramentas de geoprocessamento do *software* ArcGIS 9.3 que foram, posteriormente, interpretadas.

a. Avaliação das unidades paisagísticas

Nesta etapa, foi desenvolvida uma avaliação às unidades identificadas na fase anterior através da realização das tabelas de atribuição de valores para uso urbano e de valores para a proteção da paisagem. Estas tabelas baseiam-se em ponderações que variam de 0 a 3, consoante a característica analisada e a importância que a autora considerou dessa características no território. As tabelas apresentadas nesta fase, foram adaptadas das tabelas que são utilizadas nos exercícios da disciplina Planeamento da Paisagem - AUP-062 (curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo).

iV. Carta de potencial para uso urbano e proteção da paisagem

Depois de se ter avaliado as unidades paisagísticas foram realizados dois mapas relativos ao potencial para o uso urbano e ao potencial para a proteção da paisagem. É de salientar que estes resultados correspondem à situação atual e não à situação desejável. Por isso, em algumas áreas é possível encontrar alto potencial para uso urbano e para proteção da paisagem ou o contrário, mesmo que não seja essa a situação ideal para aquele local. A finalização deste trabalho prende-se, precisamente com a correção dessas situações e a tentativa de evitar novos problemas a esse nível.

A tabela seguinte indica os diferentes intervalos de avaliação que resultaram do somatório de cada unidade. Assim, as cores mais claras referem-se a intervalos de avaliação baixos e as cores mais escuras referem-se a potenciais mais elevados.

Tabela 3.1: Classificação atribuída a cada potencial estudado.

Carta de potencial para uso urbano		Carta para potencial de proteção da paisagem	
Classificação da legenda	Intervalo de avaliação	Classificação da legenda	Intervalo de avaliação
Baixo potencial para urbanização	$\leq 4,5$	Baixo potencial para proteção da paisagem	$\leq 3,5$
Potencial de urbanização baixo/médio	$]4,5;5,5]$	Potencial de proteção da paisagem baixo/médio	$]3,5;5,5]$
Potencial de urbanização médio	$]5,5;6,5]$	Potencial de proteção da paisagem médio	$]5,5;7,5]$
Potencial de urbanização médio/alto	$]6,5;7[$	Potencial de proteção da paisagem médio/alto	$]7,5;9]$
Potencial de urbanização alto	≥ 7	Potencial de proteção da paisagem alto	≥ 9

Para uma melhor perceção dos potenciais na zona estudada foi elaborado um mapa onde se cruzou a informação do potencial de uso urbano e proteção da paisagem, dando origem à Carta de Potencial do Subdistrito Butantã.

D. Delineamento de uma Infraestrutura Verde para o Subdistrito Butantã

Tendo em conta toda a informação recolhida nas etapas anteriores e dos mapas temáticos criados, procedeu-se à análise e escolha dos dados a serem cruzados com o objetivo de obter uma carta da proposta da IFV para o Subdistrito Butantã.

Para além da informação recolhida tiveram que ser escolhidos os elementos que fariam parte dessa mesma IFV sendo que os selecionados foram:

1. Espaços e parques recreativos;
2. Campos de jogos;
3. Escolas;
4. Margem do rio;
5. Sistema viário;
6. *Campus* universitário;

7. Passeios e caminhos pedestres;
8. Centros comerciais e industriais;
9. Praças e locais de encontro.

A partir destes elementos e considerando a informação recolhida anteriormente foi possível chegar a uma proposta de IFV para o Subdistrito Butantã, apresentada no Capítulo 7. Neste capítulo é apresentada também uma tabela com as funções de cada constituinte dos elementos da IFV, de modo a perceber mais facilmente as vantagens da introdução desta estrutura.

E. Propostas de intervenção

Nesta última fase elaborou-se uma lista de intervenções que visam a harmonia entre um desenvolvimento urbano e a proteção e conservação do ambiente e da paisagem local. Assim, e considerando a informação recolhida anteriormente, procedeu-se a uma análise da IFV prioritária para os problemas mais urgentes a serem resolvidos no Butantã. Para isso, foram propostas medidas e soluções para diferentes horizontes temporais sendo que se consideraram os horizontes de 2015, 2020 e 2030.

Para melhorar a perceção, as imagens recolhidas foram alteradas no programa *Adobe Photoshop CS4* de modo a ilustrar as mudanças desejadas para o local. Mais uma vez, salienta-se o facto destas imagens apenas ilustrarem a ideia da medida proposta, não sendo uma versão final e inflexível do possível de ser realizado naquele local.

Enquadramento e caracterização do Córrego Pirajuçara

A Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Pirajuçara, afluente pela margem esquerda do canal inferior do Rio Pinheiros, está localizada no sector oeste da RMSP, conseguindo drenar cerca de 72 km^2 (Ostrowsky, 2000) e a ordem dos cursos de água é nível 4. De acordo com o aspecto político-administrativo, a bacia hidrográfica vai desde o município de Embu (com $12,3 \text{ km}^2$ presentes na bacia), passa por todo o município de Taboão da Serra ($20,2 \text{ km}^2$) e abrange parte das áreas administrativas das Subprefeituras de Campo Limpo e Butantã, $17,2 \text{ km}^2$ e $23,4 \text{ km}^2$, respectivamente (Canil, *et al.*, 2004, Silva, 2009) (Figura 4.1).

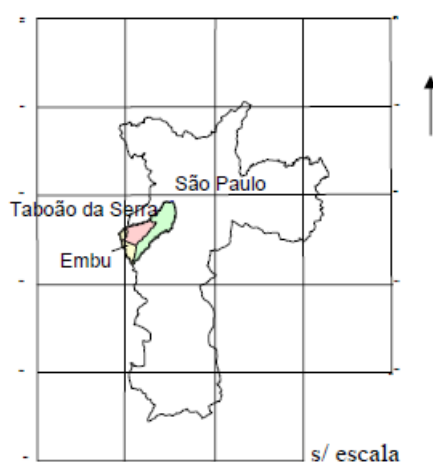


Figura 4.1: Localização da Bacia do Córrego Pirajuçara. Fonte: Canil, *et al.*, 2004.

A bacia caracteriza-se por ter um formato alongado (Figura 4.2), na direção SW-NE sendo que a sua largura varia de 3 a 7 km e tem 16 km² de área. O Córrego Pirajuçara possui uma extensão de 18 km e já está canalizado no trecho do município de SP por volta de 6,2 km em galeria tamponada e o restante 1,1 km em galeria aberta, correspondendo ao trecho situado na Cidade Universitária (jornalnnet, 2010). De entre os variados afluentes destaca-se os córregos Diniz, dos Mirandas, Charque Grande e o Pirajuçara-mirim.

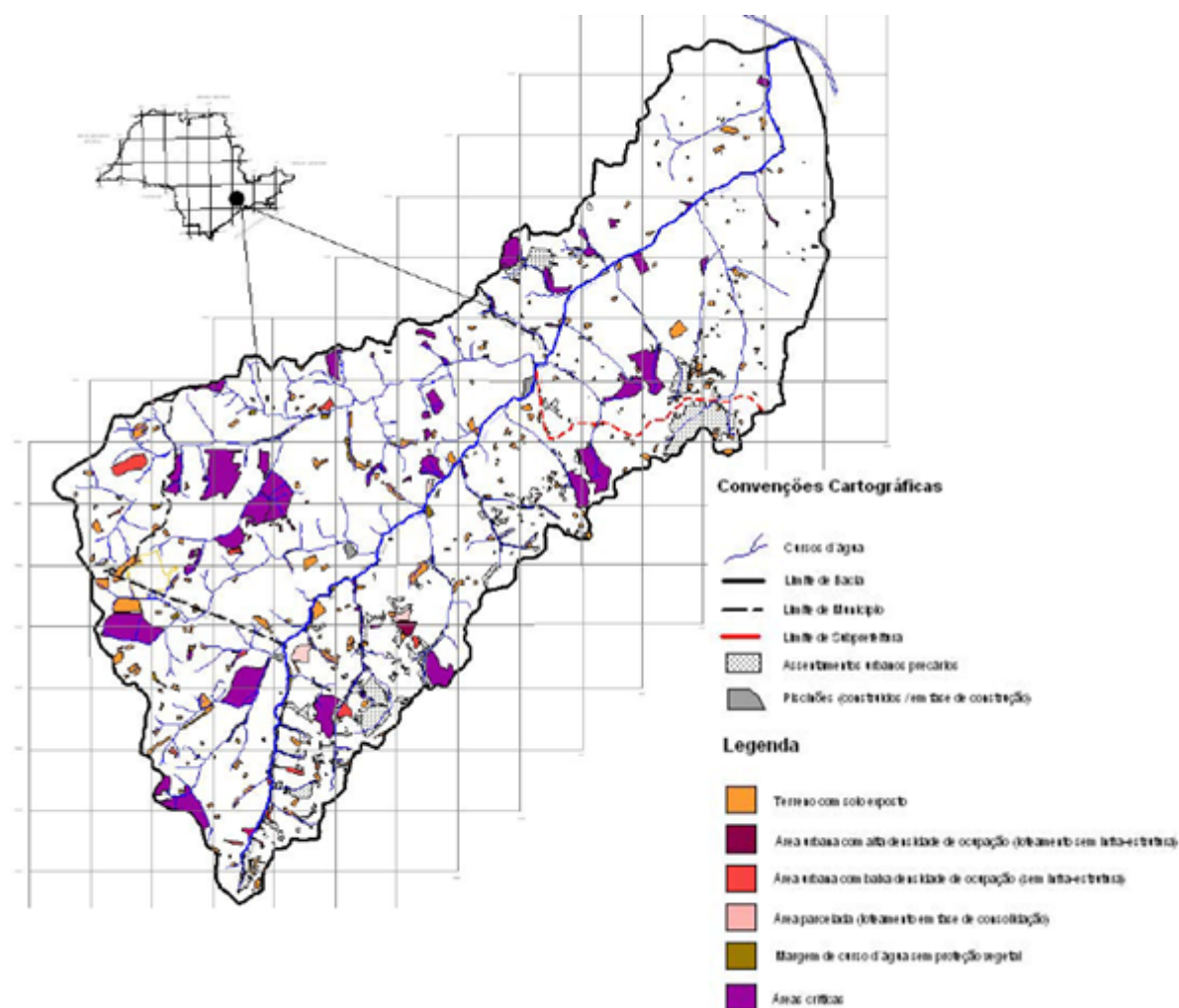


Figura 4.2: Mapa de Produção de sedimentos da Bacia do Córrego Pirajuçara. Fonte: Canil, *et al.*, 2004

Relativamente ao seu contorno, a bacia é limitada a leste pela Marginal do Rio Pinheiros, a norte pelo sistema de avenidas Vital Brasil/Corifeu de Azevedo Marques (sector da Cidade Universitária), contorna os eixos viários das rodovias Raposo Tavares/Eliseu de Almeida e Francisco Morato/Rodovia Regis Bittencourt (SIGRH, 2012). A Bacia do Pirajuçara está incluída na BHAT e a morfologia urbana criou uma paisagem diferenciada, afetando o saneamento e a retificação dos rios da bacia

sedimentar de SP, Tietê e Pinheiros.

Relativamente ao seu declive, esta região é classificada de “colinas pequenas” e “morrotes” quando apresenta declive entre 15-20% e de “morros baixos” quando esta é de 30%. Também Canil, *et al.*, (2004) confirma esta classificação ao afirmar que a bacia em estudo apresenta terrenos com uma alta susceptibilidade à erosão pois nesta zona predominam os substratos de rochas metamórficas (gnaisses e migmatitos) e relevos de morrotes. É preciso atentar que as vertentes da margem direita têm altitudes e declividades maiores que a margem esquerda (labhab, 2010).

De acordo com os mesmos autores, o leito menor é caracterizado por ter uma profundidade elevada e as suas margens possuírem depósitos de entulho e resíduos bastante acentuados. Para além disso, é possível observar-se também blocos de contenção no seguimento das suas margens (figura 4.3).



Figura 4.3: Córrego Pirajuçara situado dentro da USP. Fotografia tirada pela autora em Junho de 2012.

Observando a figura 4.4 verifica-se que as áreas com declividade superior a 20% são as que apresentam um risco de desabamento mais significativa na bacia tendo, por isso, que ter um correto planeamento urbano nestas áreas.

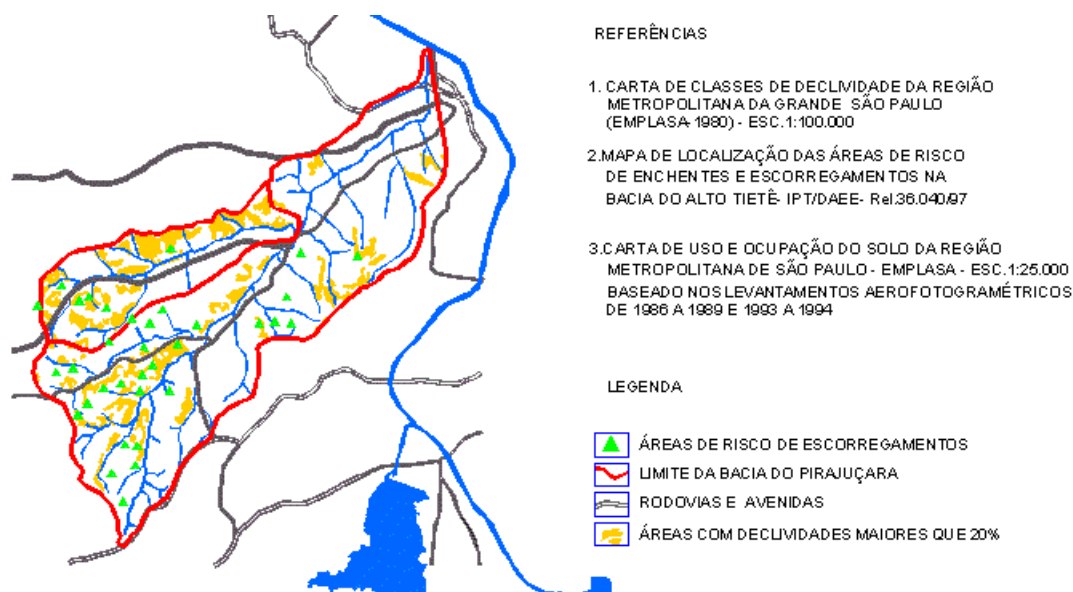


Figura 4.4: Carta de Declividade da Bacia do Córrego Pirajuçara. Fonte: SIGRH, 2012.

A implantação de grandes avenidas sobre rios e o padrão de ocupação que, atualmente, existe nesta região, aumenta a impermeabilização do solo, aumentando o número de cheias (enchentes) nas áreas ocupadas na várzea do rio. As medidas que têm sido adotadas como a construção de reservatórios de detenção e obras de drenagem pouco têm solucionado este problema (labhab, 2010).

Relativamente ao tipo de solo, esta bacia possui solo tipo A (14%), B (30,6%), C (27%) e D (28,4%), tendo portanto solos com elevado potencial de escoamento (SIGRH, 2012). De acordo com a mesma fonte, 70% da ocupação da bacia está impermeabilizada devido ao tipo de uso e ocupação do solo sendo a única exceção a faixa situada a norte do Ribeirão Poá que possui uma significativa cobertura vegetal com matas e campos.

De acordo com Silva (2009), a problemática da Bacia do Pirajuçara vem, precisamente, da sua rápida transformação. A área desta bacia sofreu mudanças num período pouco maior do que 40 anos, passando de zona predominantemente rural para urbana. Esta expansão urbana consolidou-se da foz (Figura 4.5) para a nascente, afetando também o Rio Pinheiros. Labhab (2010) afirma que a bacia ainda não atingiu o grau máximo de urbanização mas é visível a carência de áreas verdes, principalmente próximo à foz do córrego.

As nascentes do Córrego Pirajuçara localizam-se em Embu (margem direita) e em Campo Limpo (margem esquerda) e o seu principal afluente é o Ribeirão Poá, que nasce no município de Taboão da Serra e desagua no Pirajuçara, a jusante do reservatório de detenção da Av. Francisco Morato (Canil, *et al.*, 2004).



Figura 4.5: Foz do Córrego Pirajuçara. Fotografia tirada pela autora em Junho de 2012.

Segundo Alameddne & Rodrigues (2006), as áreas de urbanização consolidada e com infra-estrutura correspondem às colinas e planícies, enquanto as áreas urbanas parcialmente consolidadas dizem respeito aos sectores de relevo de maior declividade. O mesmo autor afirma que, é no município de SP onde existe uma maior produção de sedimentos. Através da observação da figura 4.6 verifica-se o uso de solo predominante nesta bacia.

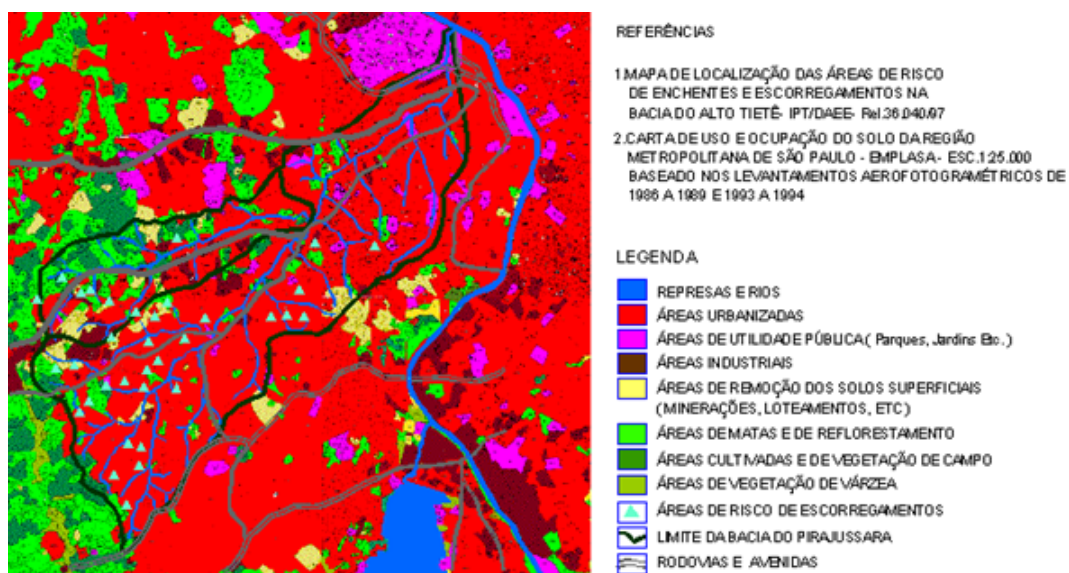


Figura 4.6: Ocupação do solo da Bacia do Córrego Pirajuçara. Fonte: SIGRH, 2012.

Relativamente ao uso e ocupação do solo desta bacia, existe uma ocupação pouco heterógena, mas variando desde matas e bosques até áreas urbanas com elevado grau de

ocupação. No entanto, a maior predominância são as áreas urbanizadas mas para melhor entendimento, será realizada uma carta do uso e tipo de solo no subdistrito Butantã.

Salienta-se que as áreas densamente ocupadas situam-se no município de SP e as com oportunidade de expansão nas cabeceiras dos córregos (Alameddne & Rodrigues, 2006) (figura 4.7). As construções dos principais eixos viários e rodoviários sempre em paralelo ou por cima das linhas de águas e junto dos núcleos industriais e comerciais, é uma realidade presente neste subdistrito.

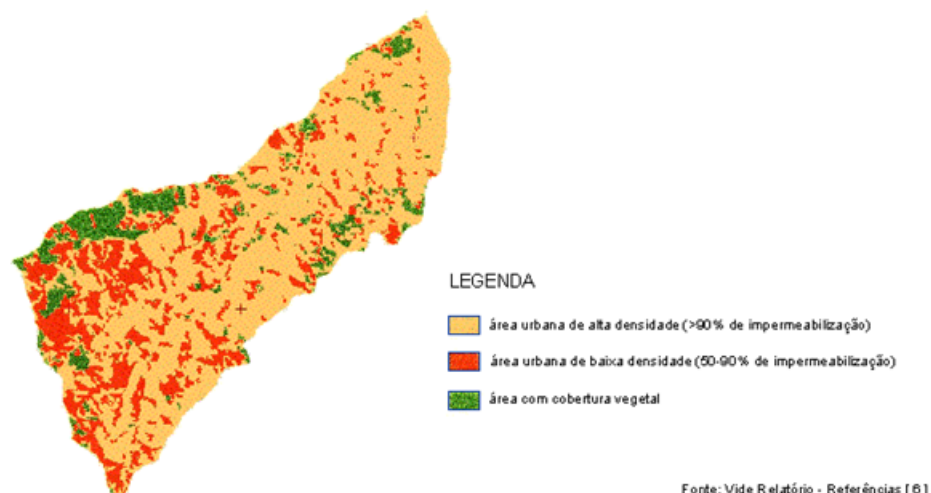


Figura 4.7: Classificação da área urbana da Bacia do Córrego Pirajuçara. Fonte: SIGRH, 2012.

De acordo com DAEE (SIGRH, 2012), as populações que habitam ao longo da Bacia do Córrego Pirajuçara são de baixa renda. É de notar a ocupação das áreas ribeirinhas com maior concentração de residência de baixa renda e à medida que se afasta desta zona, a ocupação passa a ser de média e alta renda. Esta ocupação propicia descargas de esgotos e lixo nos córregos e aumenta os episódios de inundação e de doenças.

Godoy (2008) confirma o que o anterior autor citou afirmando que o córrego tem apresentado um aumento de ocupação irregular nas suas margens com consequência direta do aumento do número de cheias (enchentes) e diminuição da qualidade da água. Nesta situação, diariamente são depositados esgotos domésticos clandestinos, aumentando os resíduos sólidos no córrego.

Para além disso, o facto de os vales terem nitidamente a forma “V”, as nascentes se situarem a mais de 835m e as vertentes possuírem inclinações acentuadas, são fatores para de proceder a um plano de gestão por este local ser propícias a cheias (enchentes); é no trecho final onde se apresentam as várzeas mais largas, sob a influência do Rio Pinheiros (Silva, 2009).

É de salientar que os fundos de vale são ocupados de uma forma irregular, não apresentando cobertura vegetal e vegetação ciliar nas margens, aumentando os

processos erosivos (Canil, *et al.*, 2004). O mesmo autor afirma que é estimado que 88% da área da bacia esteja urbanizada e que as áreas consolidadas e com infraestruturas correspondem às colinas e planícies, localizadas na Subprefeitura de Butantã.

O Córrego Pirajuçara é um exemplo dos principais problemas que as linhas de águas das grandes cidades enfrentam. A situação problemática das cheias (enchentes) desta zona levou a atenção para esta linha de água que resultou, em 1990, na construção das primeiras bacias de retenção, conhecidas como “piscinões”, e da canalização do córrego.

Estas estruturas conseguem reter parte do volume do escoamento fluvial, durante as maiores precipitações, por um determinado período de tempo (Silva, 2009). Neste momento, a bacia já conta com seis reservatórios de retenção construídos pelo Departamento de Águas e Energia do Estado (DAEE) e um sétimo já em processo de construção. Destes seis reservatórios, dois localizam-se em SP (mais o sétimo em construção), um em Embu e os restantes dois em Taboão da Serra.

O Córrego Pirajuçara está canalizado no troço (trecho) do município de São Paulo, estando tapado cerca de 6,2 km e o restante está a sofrer uma recuperação do trecho já canalizado. Segundo o DAEE b) (2011), o Governo do Estado vai investir R\$ 79,3 M (cerca de 31 milhões de euros) nas obras de canalização que foram realizadas pelo DAEE em parceria com a SABESP¹.

O distrito do Butantã, localizado no extremo oeste de SP é constituído pelos Subdistritos Butantã, Rio Pequeno, Vila Sônia, Morumbi e Raposo Tavares, tal como identificado na figura 4.8.

Pela observação da figura verifica-se um pequeno espaço em branco, no canto superior esquerdo. Esta situação ocorreu apenas porque não havia os restantes ortofotomapas disponíveis de modo a preencher completamente a área pretendida.

¹A Sabesp é uma Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo e é responsável pelo fornecimento de água, colecta e tratamento de esgotos de 363 municípios deste estado. Fonte:SABESP, 2012.

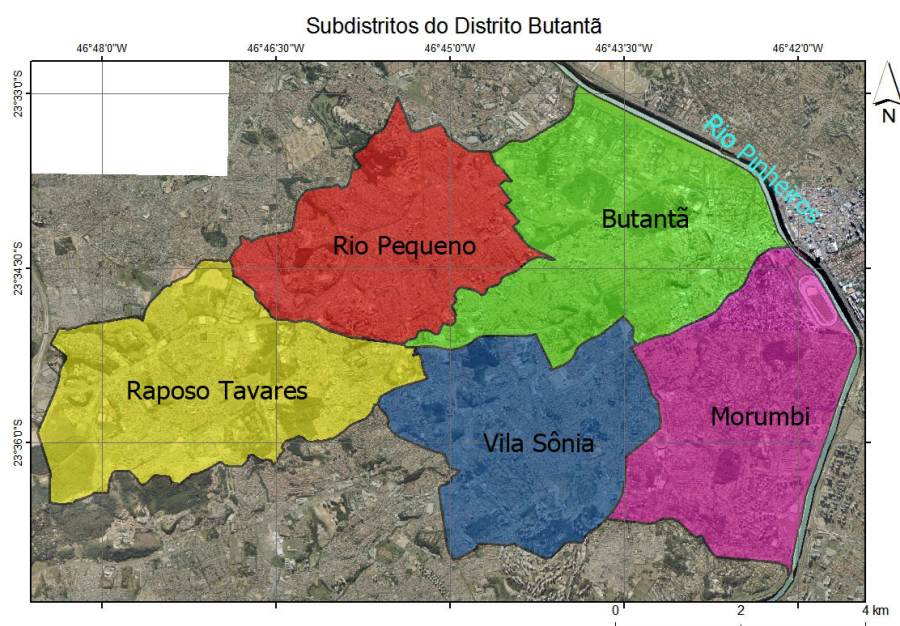


Figura 4.8: Subdistritos pertencentes ao Distrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas a 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

A subprefeitura do Butantã tem como um de seus limites o Rio Pinheiros, sendo a sua rede hídrica afluente do mesmo. O território está quase totalmente contido dentro de duas sub-bacias, a do Ribeirão Jaguaré e a do Córrego Pirajuçara (figura 4.9) que são por sua vez alimentados por diversos córregos secundários.



Figura 4.9: Córrego Pirajuçara dentro dos limites da USP. Fotografia tirada pela autora em Junho de 2012.

Como este córrego possui uma bacia significativa é de requerer uma gestão mais detalhada e em concordância com todos os fatores sociais, ambientais e económicos de cada zona que abrange. Por uma parte deste córrego se situar dentro da Cidade Universitária, poderia requerer um interesse maior por parte dos estudantes, de modo a realizar projetos e planos para este córrego.

4.1 Instrumentos de planeamento e urbanísticos existentes

São variados os instrumentos de planeamento que existem para o Brasil, e especificamente para o distrito de Butantã. A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de SP elaborou, nos anos 80, um zoneamento ambiental que originou a Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, correspondendo à criação da APA da Várzea do Tietê (Franco, 2001). As APA's são Unidades de Conservação são espaços de planeamento e gestão ambiental que possuem ecossistemas de importância regional. Estas áreas, pelas suas características, necessitam de um ordenamento territorial orientado para o uso sustentável dos recursos naturais, de modo a promover uma melhoria da qualidade de vida das comunidades locais (MMA, 2012).

Os planos das bacias hidrográficas têm tido uma maior eficiência para bacias grandes, superiores a 1000 km². Neste sentido, por poder haver duas cidades que partilhem a mesma bacia, torna-se difícil implementar uma correta gestão das águas urbanas. Atualmente, já existe uma gestão que tenha em conta a introdução do rio dentro da cidade, havendo um registo dos impactos da qualidade do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA²) mas ainda não existe um estabelecimento de padrões que controlem o aumento da vazão devido à urbanização (Tucci, 2008).

Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

O Plano Diretor da Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê de 1998 foi concebido pelo Governo Estadual de SP, sob o encargo do Departamento de Águas e Energia do Estado (DAEE), estabelecendo novas diretrizes para a drenagem da RMSP.

O Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT-3) é um instrumento estratégico que foi criado com o objetivo de combater as cheias (enchentes) na RMSP. Deste modo, o plano diagnostica e analisa o atual sistema de macrodrenagem da região e propõe soluções capazes de reduzir os efeitos das cheias com horizontes temporais de cinco, dez e vinte anos (DAEE a), 2011).

²CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90". Fonte:MMA, 2012.

Este plano baseia-se em algumas diretrizes destacando-se as seguintes:

- Abordagem interdisciplinar dos problemas de inundação;
- Valorização e restauração do meio ambiente;
- Combina soluções estruturais (obras de macrodrenagem) com soluções não estruturais (criação de um sistema integrado de gestão).

Assim, para além de determinar, do ponto de vista técnico-económico e ambiental, as melhores soluções em termos de obras, também apresenta recomendações quanto ao gerenciamento da drenagem, o disciplinamento de uso e ocupação do solo e educação ambiental.

Outra premissa deste plano é que este propõe algumas ferramentas que possibilitam ao DAEE e às Prefeituras Municipais, atuar mais diretamente na impermeabilização não controlada e não outorgada do solo urbano, sendo esta a principal causa do agravamento das inundações. O plano pretende, também, que este seja utilizado no tratamento das questões das inundações pois mais do que apresentar medidas preventivas e corretivas, também apresenta uma preocupação com a monitorização das cheias das principais sub-bacias, calibração dos modelos hidráulicos e também propõe um desenvolvimento de um modelo de implementação baseado na gestão da drenagem urbana e dos custos associados.

Plano Diretor de Drenagem Urbana

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) é um conjunto de diretrizes que tem como objetivo a determinação da melhor gestão do sistema de drenagem. Assim, é possível minimizar o impacto ambiental relativo ao escoamento superficial das águas pluviais (Takayama, *et al.*, 2009). A principal medida não estrutural empregada neste plano é a formalização de uma legislação referente ao controlo de intervenções ou empreendimentos futuros, por exemplo, o uso de medidas de controlo na fonte de modo a amortecer as vazões resultantes no processo de urbanização (Takayama, *et al.*, 2009).

Este plano foi criado com o objetivo de desenvolver e apresentar princípios e medidas sustentáveis na cidade (cienciaecultura, 2003):

1. Os novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão máxima de jusante;
2. O planeamento e controlo dos impactos existentes devem ser elaborados considerando a bacia como um todo;
3. O horizonte de planeamento deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade;
4. O controlo dos efluentes deve ser avaliado de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

Deste Plano obtém-se uma premissa que afirma que as medidas não-estruturais devem ser primeiramente adotadas nos desenvolvimentos futuros e que os decretos municipais específicos devem incorporá-la nos seus estudos e nas suas publicações.

O PDDU mostra preocupação e define conceitos relativamente aos principais fatores que favorecem as inundações no município. Deste modo, para além de apresentar estas causas, justifica o aumento da vazão devido à urbanização e crescimento populacional, diminuição da cobertura vegetal, diminuição a infiltração de água no solo, aumento da absorção de radiação solar pela superfície asfaltada, aumentando a radiação térmica, aumento de sedimento sólidos, falta de manutenção e limpeza dos leitos e ocupação do leito de inundação dos rios (Takayama, *et al.*, 2009).

Código Florestal Brasileiro

“...as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação... são bens de interesse comum a todos os habitantes do País...”.

Art. 1º do “novo” Código Florestal Brasileiro

O primeiro Código Florestal Brasileiro foi instituído pelo Decreto-Lei nº 23.793 de 23 de Janeiro de 1934 e revogado pela Lei nº 4.771/65. Isto porque foram diversas as dificuldades verificadas na implementação do Código Florestal de 1934. De Todas as mudanças que houve desde 1934 até ao novo código florestal de 2012 é de destacar os dispositivos relativos às APP e à Reserva Legal.

Assim, quando este código foi alterado pelas Leis nº 7.803/89 e nº 7.875/89 estabeleceu-se como uma APP (Área de Preservação Permanente) como as zonas localizadas ao redor de lagos, lagoas, rios, nascentes, topos de morro, encostas, restingas e manguezais. As larguras das APP's são definidas em função da largura do rio e do tipo de corpo de água, definida pelo CONAMA (controloambiental, N.D.)

O Código Florestal Brasileiro explica também que a função ambiental de uma APP reúne a preservação dos recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica, biodiversidade, fluxo génico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Ou seja, o código estabelece limites de uso da propriedade, obrigando o respeito pela vegetação por se tratar de um bem comum a todos os brasileiros.

Neste sentido, o monitoramento das APP's evita problemas de ocupação de áreas propícias a sofrerem erosão, exposição do solo, poluição dos recursos hídricos e invasão ilegal. Aqui, o avanço das geotecnologias e a maior disponibilidade de dados facilita o desenvolvimento de estudos. Os SIG's auxiliam o monitoramento, controle e suporte para estes estudos, o que auxilia a adopção de planos mais verdadeiros face aos problemas existentes.

O Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771)

Devido às imensas dificuldades de implementação do Código Florestal de 1934 foi elaborado uma nova proposta para um novo diploma legal com objetivo de proteger adequadamente o património florestal brasileiro. Neste Código Florestal as APP's são definidas pelas

“áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”

Relativamente às matas ciliares, este código estabelece uma largura de 30m em rios de até 10m, 50m de mata ciliar quando o rio tem entre 10 e 50m, 100m nas margens dos rios se a linha de água tiver entre 50 a 200m, 200m de vegetação para rios entre 200 e 600m de largura e, finalmente, 500m de largura das margens quando o rio possuir uma largura superior a 600m (controloambiental, N.D.).

O Código Florestal de 2012 (Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012)

O chamado “novo” Código Florestal do Brasil tem sofrido diversas contestações uma vez que não considera o zonamento físico e ecológico de todo o Brasil, desprezando paisagens importantes e naturais do país. Isto porque foi facilitado o cultivo em APP, diminui-se a conservação da flora em margens dos rios, as multas e penalidades dos agricultores que desmatam as florestas foi atenuada e foi liberado o cultivo no topo dos morros.

Neste novo código florestal as larguras das matas ciliares sofreram uma alteração. Sendo assim, esta largura deve ser de 30m para rios até 10m mas caso haja uma área consolidada em APP de rio até 10m, a largura mínima dessa vegetação desce para apenas 15m. Permite ainda a supressão de vegetação em APP se as actividades estivessem consolidadas até 2008.

Plano Regional Estratégico ou Lei do Zonamento (lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004)

Este Plano estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico (Lei nº13.430/02), onde aparece pela primeira vez a referencia a parques lineares, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de SP.

No entanto, este plano dá mais ênfase aos parques lineares que são vinculados a uma Área de Intervenção Urbana Ambiental. Assim, este plano define, no seu artigo 70 as Áreas de Intervenção Urbana e as suas diretrizes das quais se destacam as seguintes (labhab, 2010):

1. Implantar parques lineares;
2. Implantar áreas verdes de recreação e lazer, resguardando ao máximo a mata existente;
3. Viabilizar áreas de retenção de águas pluviais para auxiliar o sistema de drenagem;
4. Manter a permeabilidade do solo existente, garantindo as condições de drenagem e infiltração das águas pluviais;
5. Promover a retenção das águas pluviais dos córregos que contribuem para alagamentos em várias ruas da subprefeitura;
6. Complementar as obras de drenagem visando a contenção de alagamentos por meio de parques lineares;
7. Ampliar as áreas permeáveis nos fundos de vale;
8. Valorizar a paisagem privilegiando espaços de uso público;
9. Criar e qualificar espaços de uso público destinados ao lazer da população residente nas imediações dos parques lineares;
10. Implantar a ciclovia;
11. Transformar a calçada em caminho verde para pedestres, com complementação da arborização;
12. Intensificar as atividades não residenciais nas proximidades da Avenida Eliseu de Almeida.

Destaca-se também o artigo 75 que afirma que com o cumprimento de diretrizes do Plano Diretor Estratégico é possível proteger, recuperar e melhorar a qualidade ambiental do território. Afirma também a necessidade de um zonamento ambiental, com as seguintes diretrizes:

1. Ampliação das áreas arborizadas, constituídas pelos caminhos verdes e parques lineares;
2. Aumento das áreas permeáveis, especialmente junto às cabeceiras de drenagem;
3. Obras de drenagem necessárias para o controle de cheias (enchentes);
4. A recuperação de áreas degradadas ocupadas ilegalmente deverão contar com habitações adequadas e com equipamentos sociais de uso colectivo;
5. O controlo da poluição do ar e emissões de ruído e radiação.

4.2 Análise biofísica do Subdistrito Butantã

Para a realização da IFV para o Subdistrito Butantã foram analisados e considerados diversos fatores como o uso e tipo de solo, declividade, espaços livres, linhas de águas e divisores de água, unidades de paisagem e potencial para proteção da paisagem e uso urbano. Seguidamente serão apresentadas as cartas elaboradas.

4.2.1 Uso e tipo de solo

A carta de uso e tipo de solo foi a primeira a ser realizada de modo a perceber o uso mais abundante no subdistrito e daí tirar algumas conclusões acerca das problemáticas identificadas neste. Foram identificadas doze usos diferentes e daí resultou a seguinte figura.

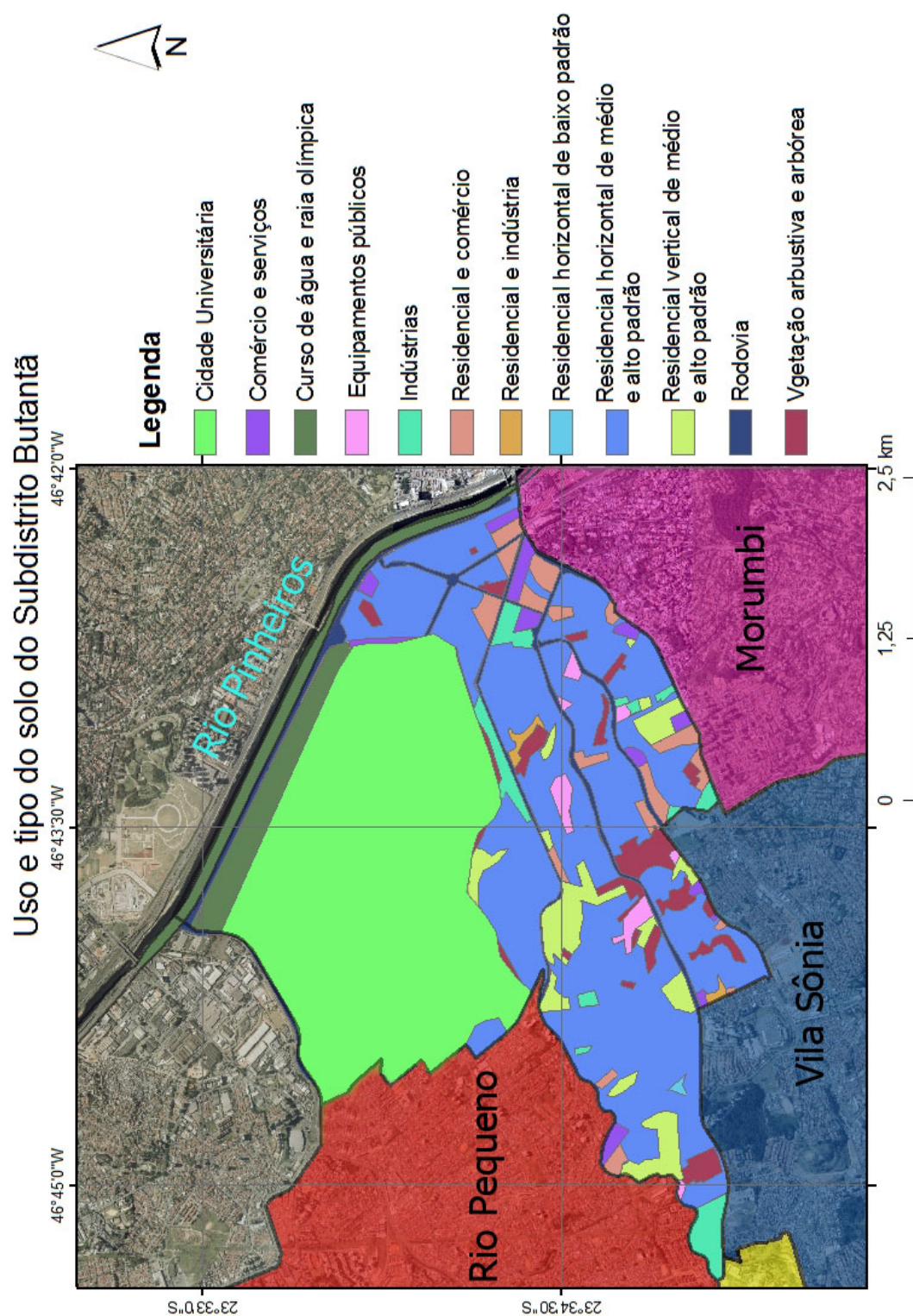


Figura 4.10: Uso do Solo do Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

O uso do solo que mais se destaca é a Cidade Universitária que ocupa toda a região norte. Mesmo sendo uma mancha compacta, a Cidade Universitária contém outros usos, dentro dela. Assim, para a Cidade Universitária funcionar apenas como uma única mancha, não foram incluídas e avaliadas os restantes usos dentro desta área. Existe, portanto uma percentagem de vegetação arbustiva e de rodovias que não foram incluídas nesta avaliação para não retirar percentagem de ocupação da mancha Cidade Universitária.

Foi também possível realizar as percentagens correspondentes a cada um dos usos e conclui-se que a “Cidade Universitária” representa 41% da área total do subdistrito e as “Residências horizontais de médio/alto padrão, apresenta-se em 46% desta área.

O uso do solo “Vegetação arbustiva e arbórea” não existe apenas nos locais identificados. Existem pequenos apontamentos deste uso nas ruas e avenidas. No entanto, à escala a que se está a trabalhar e por serem pouco significativos, não foi possível indicar esse uso em todos os locais onde ela realmente existe. O facto de este uso existir em pequena percentagem, indica-nos mais um dos problemas presentes no subdistrito sendo, por isso, mais um fator a ter em conta aquando a realização da IFV.

O uso do solo “Vegetação arbustiva e arbórea” não existe apenas nos locais identificados. Existem pequenos apontamentos deste uso nas ruas e avenidas. No entanto, à escala a que se está a trabalhar e por serem pouco significativos, não foi possível indicar esse uso em todos os locais onde ela realmente existe. O facto de este uso existir em pequena percentagem, indica-nos mais um dos problemas presentes no subdistrito sendo, por isso, mais um fator a ter em conta aquando a realização da IFV.

4.2.2 Espaços livres

Os espaços livres observados na figura seguinte foram analisados através do Google Earth e com visitas no terreno (Figura 4.11). Foram considerados como espaços livres as zonas com árvores ou relvado (gramado), lotes abandonados e sem construção e parques de estacionamento fechado.

Observa-se que é a zona da Cidade Universitária que apresenta um maior número de espaços livres sendo, por isso, esta que mais contribui para uma percentagem maior destes espaços no subdistrito. Relativamente a avaliação da percentagem de espaços livres neste subdistrito, foi calculada a área destes e conclui-se que estes correspondem a 26% da área total do Butantã. As rodovias são acompanhadas por espaços livres que têm a possibilidade de serem incluídos no Plano de IFV, contribuindo para a diminuição de poluição para o lençol freático.

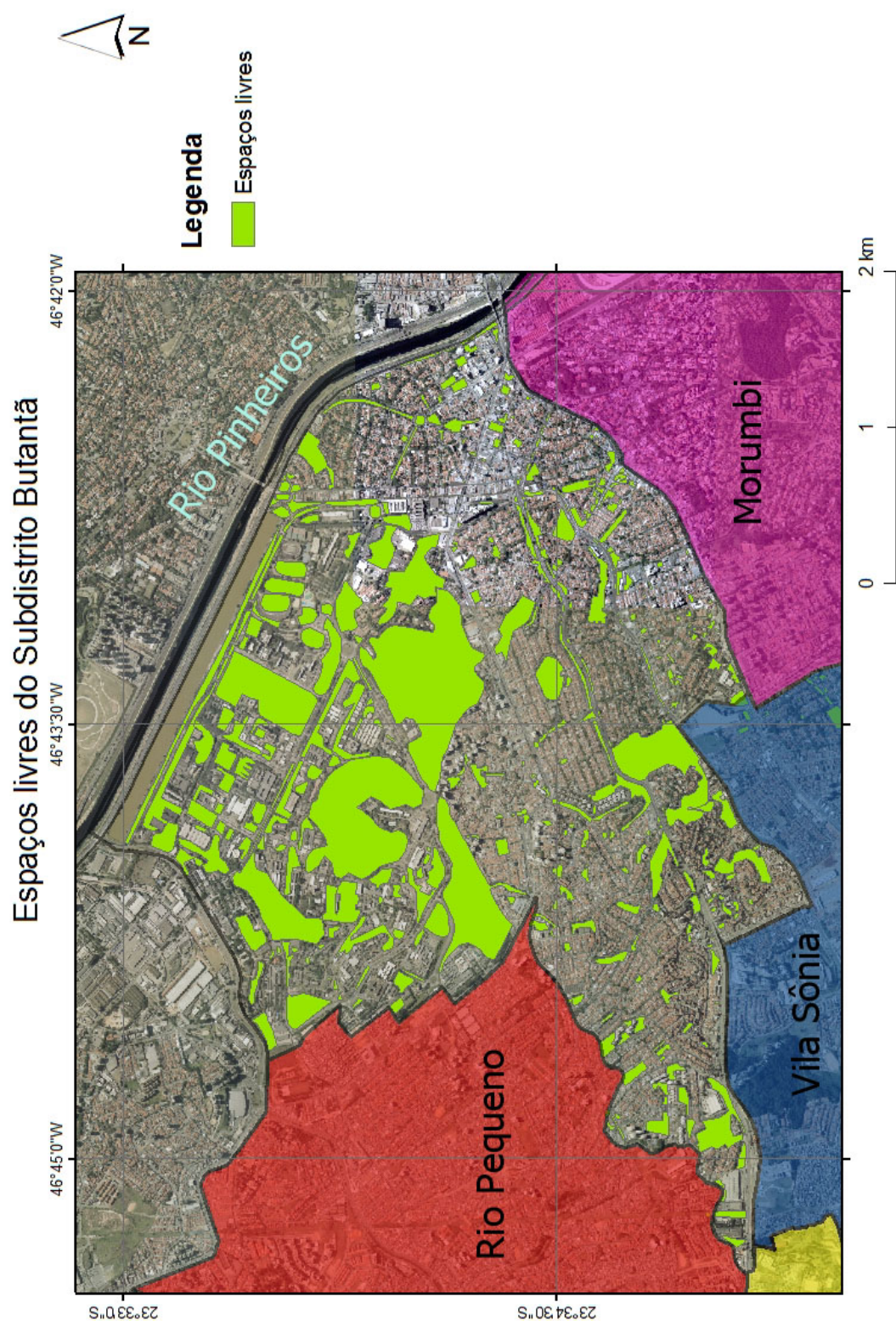


Figura 4.11: Espaços livres existentes no Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

4.2.3 Hidrologia

É de salientar que a rede hidrográfica apresentada na figura seguinte diz respeito às linhas de água antes dos cursos serem tampados.

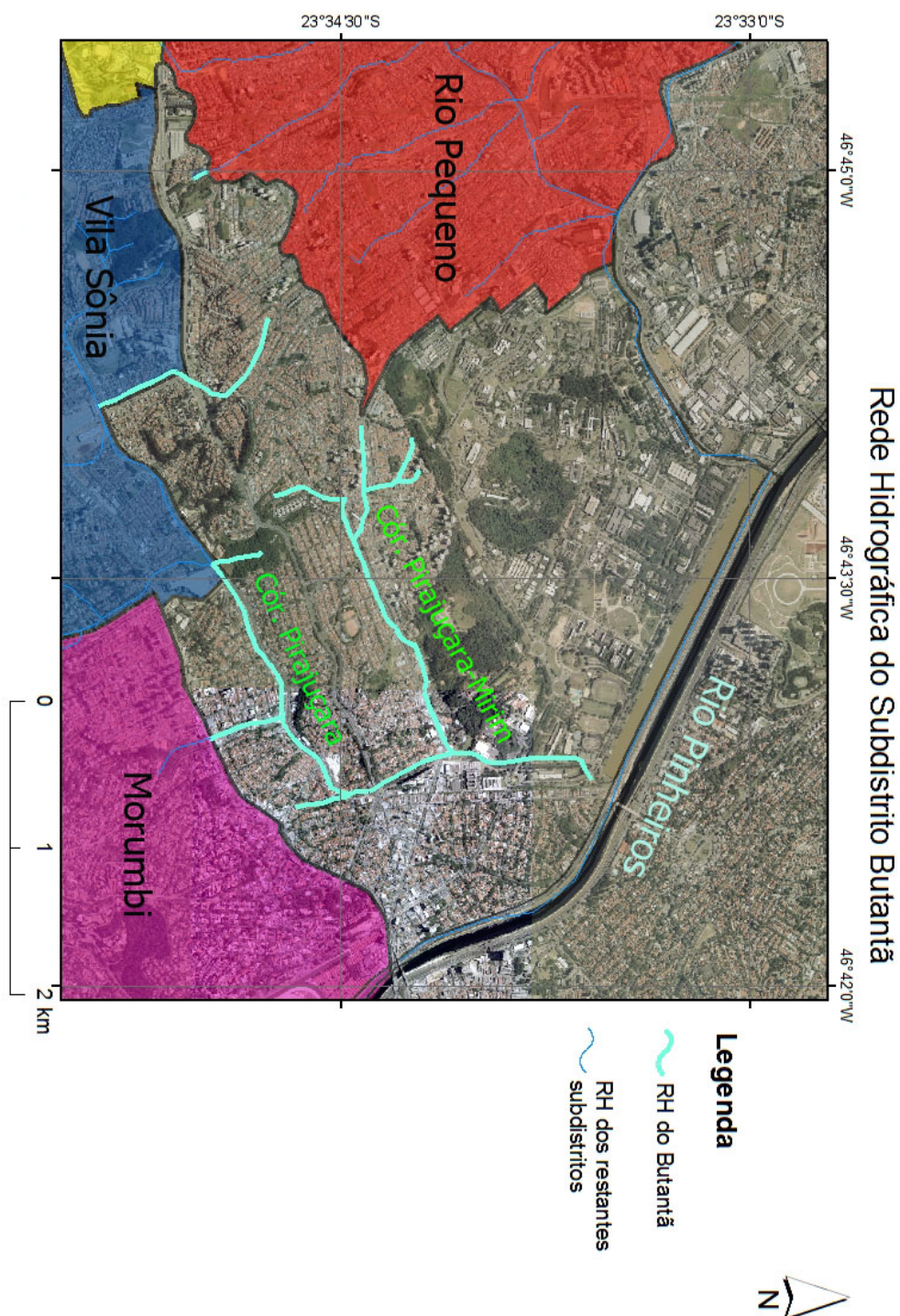


Figura 4.12: Rede Hidrográfica do Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

É interessante verificar pelas figuras 4.10 e 4.12 que as rodovias ficam construídas, precisamente, em cima dos cursos de água. Esta situação é usual e, mais uma vez, alerta-nos para a urgência em implementar uma correta gestão destas áreas. Atualmente, apenas o troço que se localiza na Cidade Universitária está aberto, no entanto, este encontra-se canalizado e retificado.



Figura 4.13: Córrego Pirajuçara presente na USP. Fotografia tirada pela autora em Junho de 2012.

4.2.4 Unidades de paisagem

A realização deste trabalho originou a realização de cartas essenciais para a elaboração de trabalhos futuros no subdistrito Butantã. As cartas das curvas de nível e dos usos do solo foram as primeiras a serem realizadas para se poder avaliar as unidades paisagísticas da zona. Assim, com o cruzamento de estas duas informações, foi possível chegar à carta das unidades paisagísticas, na figura seguinte.

A Cidade Universitária, situada a norte de Butantã, apresenta um declive relativamente baixo, ao contrário na zona Sul do Subdistrito. Verificou-se que as curvas de nível variam entre 720m a 805m dentro da área estudada e que esta apresenta pouca homogeneidade relativamente a este parâmetro. Estas foram avaliadas em três níveis diferentes: fundo de vale, encosta e topo de morro, dando origem a dezasseis unidades distintas.

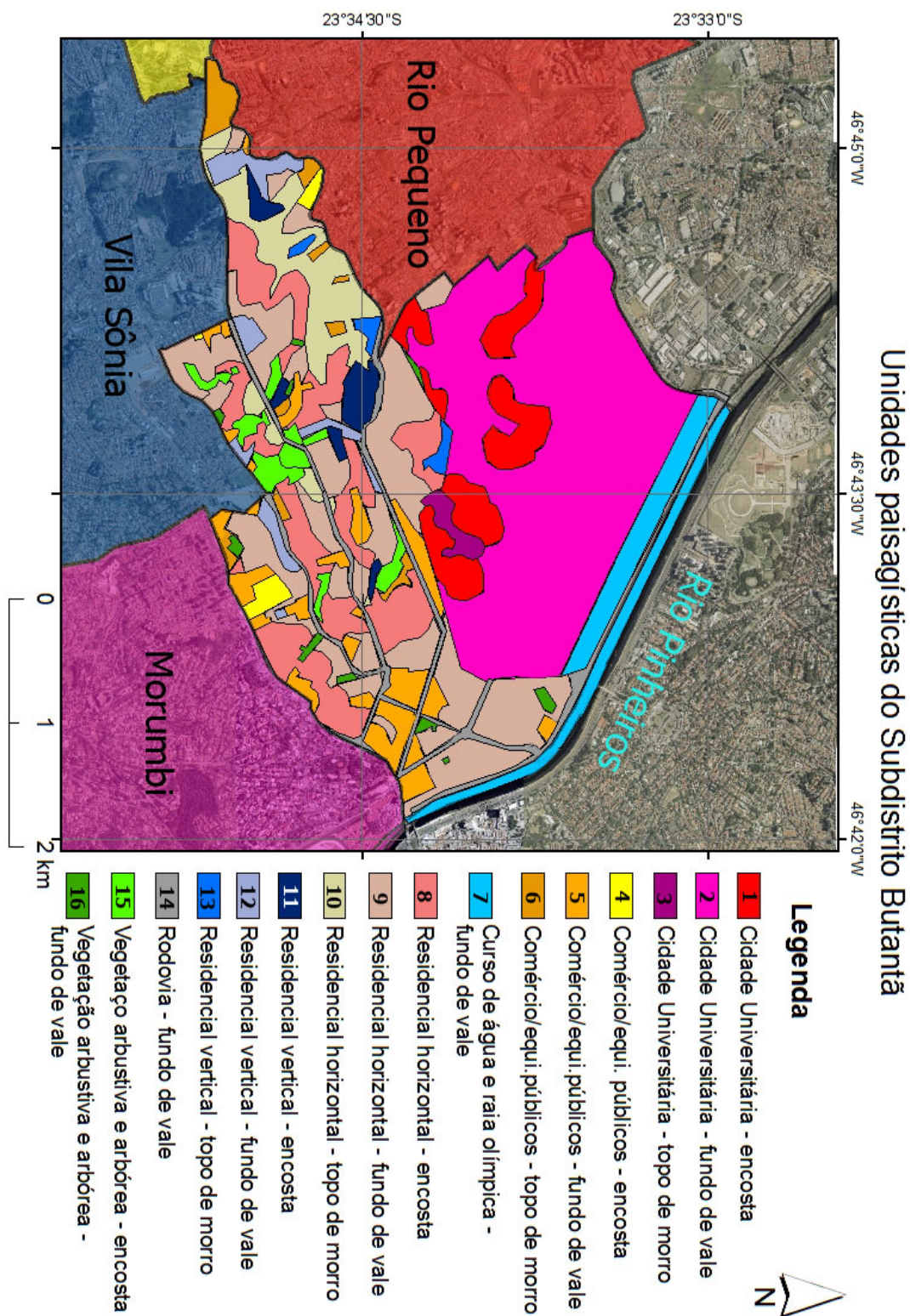


Figura 4.14: Unidades paisagísticas no Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

Para a melhor percepção das unidades paisagísticas foram combinadas alguns usos do solo identificados na figura 6. Assim, o uso “residencial horizontal de baixo padrão” e “residencial horizontal de médio/alto padrão” sofreram uma união, tal como “indústrias e armazéns”, “comércio e serviços” e “equipamentos públicos”.

Como se pode observar pela figura anterior a unidade paisagística mais expressiva continua a ser a Cidade Universitária com características de fundo de vale. A unidade “Cidade Universitária – encosta” está localizada nas zonas de vegetação intensa na USP mas ausente na carta de usos do solo, pelas razões referidas anteriormente. É de salientar que a rodovia foi sempre construída em fundo de vale, ao contrário de todas as outras unidades identificadas. Como era de esperar, o curso de água e a raia olímpica situam-se em declives baixos e não existe nenhuma vegetação arbustiva e arbórea em topo de morro.

Para a avaliação das unidades paisagísticas foram completadas as tabelas seguintes, relativas ao uso urbano (tabela 4.1) e à proteção da paisagem (tabela 4.2). Foram tidas em conta informações relativas às linhas de águas, metro e rede de transportes públicos, locais com elevado valor ecológico, relevo acentuados (menores que 5%) e áreas de contaminação (perto de indústrias). Relativamente ao peso atribuído, o menor (valor nulo) indica a ausência da característica, e o máximo (um, dois ou três) a sua presença.

Para a avaliação da característica “Aptidão para urbanização” foi considerado o relevo, as linhas de água e as áreas de contaminação que as indústrias podem oferecer. Sendo assim, as residências situadas em encosta e em fundo de vale apresentam um valor mais baixo comparativamente às similares topo de morro devido às dificuldades que o declive acentuado oferece às construções de urbanizações e ao perigo de cheias (enchentes) se estas se situarem próximo a linhas de água. As unidades que apresentam um valor mais baixo são o “Curso de água e raia olímpica – fundo de vale”, “Rodovia – fundo de vale” e “Vegetação arbustiva e arbórea – encosta” sendo, por isso, estas que são mais sensíveis à urbanização. Assim, a unidade que apresenta o valor mais alto é o “Comércio/equi. públicos – topo de morro” sendo então a unidade que tem maior aptidão para urbanização.

A unidade que apresenta um maior potencial para a expansão urbana é a “Residencial vertical – topo de morro” pois não apresenta um impedimento significativo relativamente ao relevo ou à existência de linhas de água. Todas as unidades situadas em encosta apresentam um potencial de expansão urbana baixo assim como as de fundo de vale devido à presença de linhas de água.

Quanto à contiguidade a áreas urbanizadas e vetores de urbanização é a “Cidade Universitária – encosta” e topo de morro que apresentam menores valores, ao contrário das residências verticais fundo de vale e topo de morro que chegam a atingir 1,8 em 2. No entanto, é de salientar mais uma vez que não foram avaliadas as manchas dentro da Cidade Universitária pelo que não foi tida em conta as contiguidades e vetores de

Tabela 4.1: Peso e característica de cada unidade paisagística para o potencial do uso urbano. Fonte: Adaptado do programa da disciplina AUP-062

Peso	Característica	Unidades de Paisagem															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0-2	Aptidão para urbanização (inexistência de restrição ambiental)	0,5	0,3	1,2	0,4	0,7	1,7	0,1	1,3	0,4	1,2	0,7	0,6	1,4	0,2	0,2	0,4
0-2	Potencial para expansão urbana	0,1	0,1	0,9	0,5	0,3	1,3	0,1	0,5	0,3	1,3	0,6	0,5	1,5	0,3	0,5	0,5
0-2	Contiguidade a áreas urbanizadas e vetores de urbanização	0,1	1,1	0,1	0,2	1,3	0,1	0	1,3	1,7	1	1,5	1,8	1,8	2	0,3	0,2
0-2	Acessibilidade	1,1	1,8	1,5	1,4	0,8	0,9	0,4	1,8	1,8	1,4	1,4	1,5	1,6	1	0,7	1,1
0-1	Existência de infraestrutura e serviços urbanos	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8	0,5	0,7	0,8	0,7	0,4	0,7	0,8
0-3	Possibilidade de criação de espaços de preservação, conservação, recreação e lazer.	2,6	2,8	2,5	2,2	2,5	1,7	2,7	1,4	2,4	0,8	1,4	2,4	0,8	1,5	3	3
	Total atribuído	4,7	7	7	5,4	6,5	6,6	3,9	6,8	7,4	6,2	6,3	7,6	7,8	5,4	5,4	6

urbanização dentro desta unidade.

Quanto à característica “Acessibilidades” foram consideradas a rede de transportes públicos (metro e autocarro) e as rodovias existentes no Subdistrito Butantã. Toda a Cidade Universitária é munida de uma boa rede de transportes que fazem a ligação com as principais rodovias e as estações de metro. A unidade com o valor mais alto para esta característica são as residências horizontais situadas em encosta e fundo de vale. A marginal Pinheiros é bastante utilizada pelos moradores do Distrito Butantã e por isso, apresenta muitas vezes problemas de congestionamento. Para além de se comportar como uma das principais rodovias do distrito e fazer a ligação com outros pontos principais como o aeroporto, por exemplo, esta rodovia apresenta uma reduzida margem de manobra. Fazendo uma comparação dos valores desta característica com todas as outras analisadas, esta é a que apresenta melhores resultados sendo que o valor mais baixo é de a “Comércio/ equi. públicos – fundos de vale” com o valor de 0,8.

A existência de infra-estruturas e serviços urbanos varia entre 0,3 e 1. A unidade “Residencial horizontal – fundo de vale” é a que apresenta o valor mais baixo por apresentar uma fraca infra-estrutura para os residentes, ao contrário das residências verticais. A própria vegetação arbustiva e arbórea também oferece serviços para a população e uma infra-estrutura que, bem planeada e gerida, pode beneficiar todos os moradores deste subdistrito, nomeadamente na redução de cheias (enchentes) e na amenização da ilha de calor.

A característica “Possibilidade de criação de espaços de preservação, conservação, recreação e lazer” atinge o valor 2,8 na unidade paisagística “Cidade Universitária – encosta” e é máxima na vegetação arbustiva e arbórea na encosta e em fundo de vale. No entanto, esta característica toma valores mínimos nas “Residências horizontais – topo de morro” e “Residências verticais – topo de morro”.

Somando todos os valores, o total atribuído resulta num maior ou menor potencial de urbanização. Sendo assim, é a unidade paisagística “Residencial vertical – topo de morro” que apresenta um maior potencial de urbanização, ao contrário da “Curso de água e raia olímpica – fundo de vale”.

Posto isto, foi realizado um mapa com as potencialidades das unidades avaliadas para o uso urbano, resultando na figura seguinte (Figura 4.15).

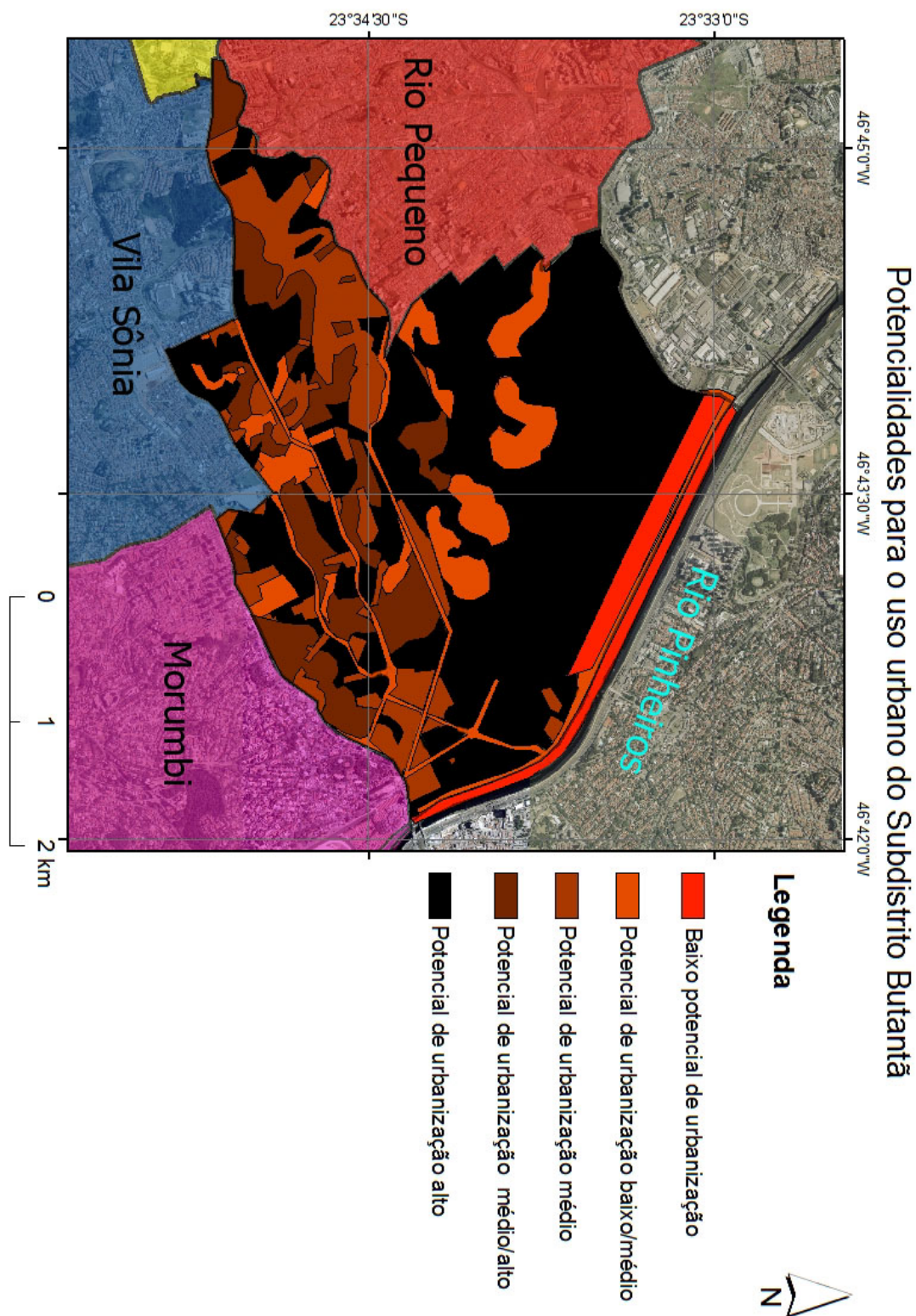


Figura 4.15: Resultado da avaliação das unidades paisagísticas relativo ao potencial para uso urbano. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

Observando a figura anterior verifica-se que a “Cidade Universitária – fundo de vale”, “Cidade Universitária – topo de morro”, “Residencial horizontal – fundo de vale” e “Residencial vertical – topo de morro” são as unidades paisagísticas que possuem um maior potencial para o uso urbano. Atualmente, verifica-se que existem alguns valores das unidades que vão contra o que seria a situação ideal, tratando-se de unidades em fundo de vale. No entanto, é de salientar que estas potencialidades englobam também espaços de conservação e recreação, daí o resultado elevado para estas. Assim, são estas unidades que precisam de uma gestão mais urgente e apropriada relativamente ao uso urbano, tendo sempre em consideração as suas características que podem ser utilizadas em benefício para todos os moradores.

É nítido que a unidade “Curso de água e raia olímpica – fundo de vale” apresenta um menor potencial de urbanização sendo que necessita de uma atenção mais detalhada quanto ao seu uso. Deve ser impedida a construção densa e compacta por se situar junto a linhas de água e em cotas baixas. Este cuidado também deve ser dirigido para a rodovia pois toda ela se situa em fundo de vale, o que aumenta os riscos de haver cheias (enchentes) que podem causar danos materiais e humanos.

A tabela 4.2 apresenta os valores para a conservação da paisagem local, mostrando o resultado relativamente ao maior e menor potencial de proteção da paisagem.

A característica relativa à integridade das áreas de vegetação toma os valores mais elevados nas unidades “Cidade Universitária – encosta” e Vegetação arbórea e arbustiva – encosta e fundo de vale. A unidade “Rodovia – fundo de vale” apresenta valores baixos assim como o comércio e as residenciais verticais.

Continua a ser a unidade relativa à Cidade Universitária – encosta, topo de morro e fundo de vale e a Vegetação arbustiva e arbórea – encosta e fundo de vale que apresentam os valores mais elevados mas desta vez para a característica de possibilidade de criação de CV. São estas unidades que apresentam características que facilitariam a criação e implementação dos CV. Pelo contrário, o “Comércio/equi.públicos – encosta” apresenta menos potencial e condições para a criação destas estruturas.

A característica “Biodiversidade” toma o seu valor mais alto na unidade “Cidade Universitária – encosta” por se apresentar de difícil acesso à população e conservar, por isso, grande parte das espécies. No entanto, toda a Cidade Universitária exhibe valores elevados, assim como a vegetação arbustiva e arbórea. O Comércio e a “Rodovia – fundo de vale” são as unidades paisagísticas que tomam os valores mais baixos por não possuírem um cuidado em manter ou aumentarem a biodiversidade desse local.

Relativamente à “Integridade dos rios e córregos”, é esta característica que apresenta uma média de atribuição de valores mais baixos. Isto porque o subdistrito de Butantã apresenta uma clara deficiência de planeamento de urbanização integrando e conservando os rios e córregos, sendo mesmo construídos rodovias e estradas em cima destes. Esta situação leva a uma canalização ou tamponização dos rios de modo a

Tabela 4.2: Peso e característica de cada unidade paisagística para a o potencial de proteção da paisagem. Fonte: Adaptado do programa da disciplina AUP-062.

		Atribuição de valores para proteção da paisagem local															
	Característica	Peso		Unidades de Paisagem													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0-2	Integridade das áreas de vegetação	1,8	1,3	1,6	0,2	0,2	0,2	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	1,8	1,8
0-1	Possibilidade de criação de corredores verdes e de integração de fragmentos	1	1	1	0,1	0,4	0,2	0,8	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	1	1
0-2	Biodiversidade	1,9	1,8	1,5	0,5	0,3	0,4	0,9	1,2	1,1	1,2	1	0,7	0,8	0,1	1,7	1,5
0-1	Integridade de rios e córregos	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
0-1	Valores cénicos e culturais	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,6	0,6	0,6	0,3	0,4	0,4	0	0,6	0,6
0-2	Habitats significativos para fauna	1,8	1,7	1,7	0,2	0,2	0,2	1,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,1	2	2
0-1	Manchas significativas de vegetação	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0	1	1
0-1	Resiliência dos ecossistemas	0,8	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0	0,7	0,7
0-1	Potencial como zona de amortecimento de impactos ambientais	0,7	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	0,1	0,5	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,4
Total atribuído		8,2	9	9,2	2,7	2,7	2,6	5	4,5	3,8	4,2	4	3,4	3,9	1,3	9,6	9,4

facilitar este tipo de construção. A própria unidade “Curso de água e raia olímpica – fundo de vale” tem um valor baixo devido à ausência de integração deste com o espaço ambiente envolvente. É notável a falta de planejamento aquando da construção da marginal Pinheiros e a desconsideração deste curso de água como um recurso interessante e importante para toda a população.

É a unidade paisagística “Rodovia – fundo de vale” que apresenta um valor nulo para a característica de “Valores cénicos e culturais”, ao contrário da Cidade Universitária. Isto porque esta unidade possui alguns pontos interessantes de serem vistos por visitantes que contribuem para um aumento da cultura como teatro, museus e exposições.

Quanto aos “Habitats significativos para a fauna”, todas as unidades que apresentam algum tipo de vegetação foram representadas com um valor mais alto para a característica. Isto porque é necessário alguma vegetação que sirva de nicho ecológico para a fauna. Para além destas unidades, o curso de água também apresenta alguma fauna característica, se bem que não em tao grande quantidade uma vez que, atualmente, se encontra poluído.

A Cidade Universitária e a vegetação arbustiva e arbórea contêm as manchas mais representativas da vegetação, contrastando com o valor da “Rodovia – fundo de vale”. Esta última unidade não teve em consideração a introdução de espécies vegetais aquando da sua construção, o que provoca um ambiente cinzento e impessoal na cidade.

Relativamente à característica “Resiliência dos ecossistemas”, o comportamento das unidades na característica anterior é semelhante, ou seja, mais elevado para a Cidade Universitária e vegetação arbustiva e arbórea e mais baixo para a rodovia. Todas as unidades que apresentam uma maior alteração, ou seja, que se distanciam mais do seu estado natural, apresentam uma resiliência mais baixa.

Quanto ao “Potencial de amortecimento de impactes ambientais”, as residências apresentam geralmente valores baixos por serem sensíveis a catástrofes naturais e a “Cidade Universitária – topo de morro” é a que apresenta um valor mais alto, por estar menos susceptível a ter um impacte muito significativo caso haja uma catástrofe.

Assim sendo, e somando os valores atribuídos a todas as unidades paisagísticas para cada uma das características, verifica-se que é a “Vegetação arbustiva e arbórea - encosta” que tem um potencial maior para a proteção da paisagem local, e é a “Rodovia – fundo de vale” que apresenta um menor potencial de proteção da paisagem.

Como resultado da soma dos valores atribuídos para a proteção da paisagem resultou o mapa das potencialidades das unidades avaliadas relativamente à paisagem, visualizado na figura 4.16.

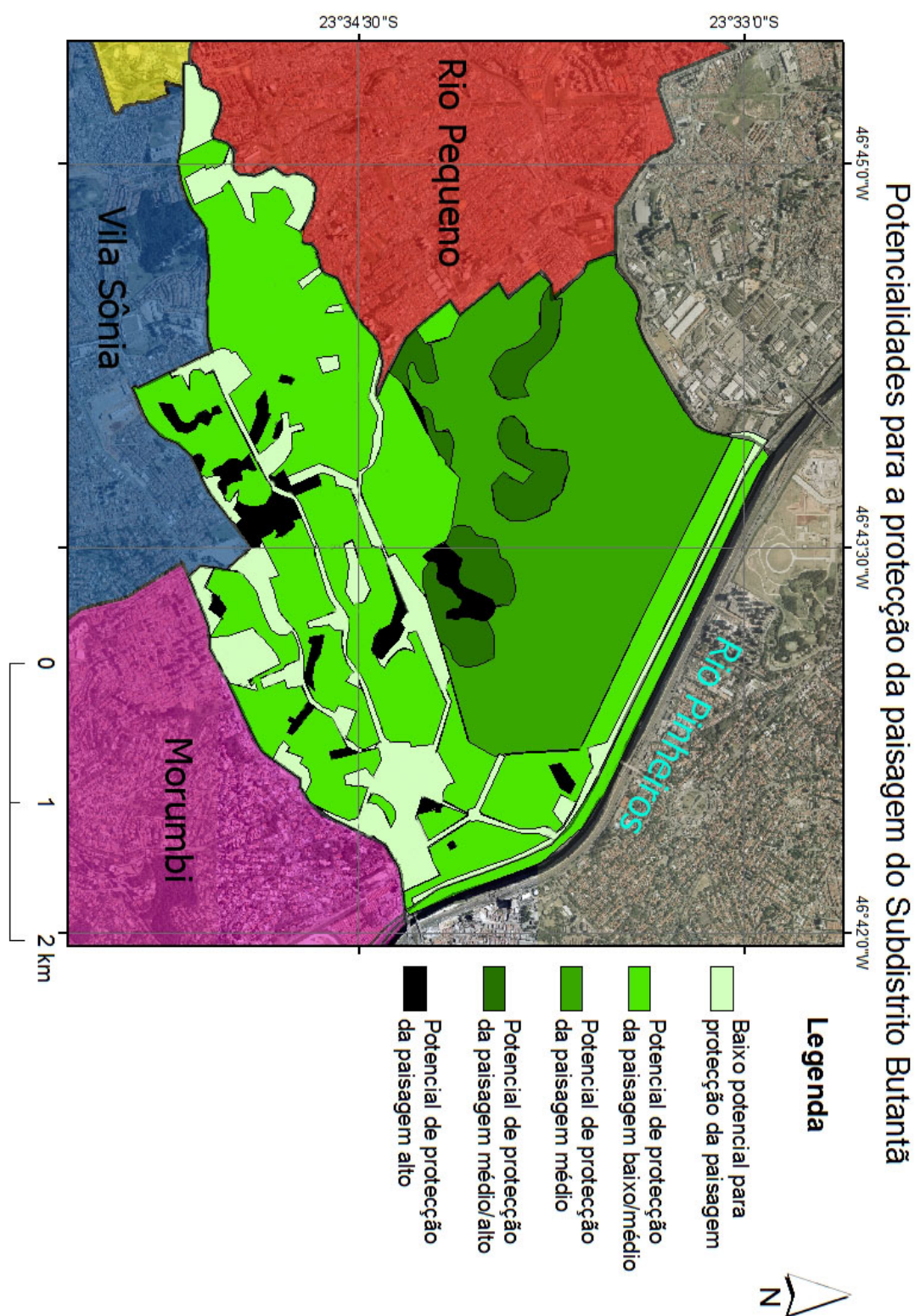


Figura 4.16: Resultado da avaliação das unidades paisagísticas relativo ao potencial para a proteção da paisagem. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.

Através da observação da figura anterior verifica-se que, atualmente, a “Cidade Universitária – topo de morro”, “Vegetação arbustiva e arbórea – fundo de vale” e “Vegetação arbustiva e arbórea – encosta” são as unidades que possuem um potencial de proteção da paisagem mais alto. O demais espaço da Cidade Universitária também se encontra propício a uma proteção paisagística considerável. A unidade paisagística “Rodovia – fundo de vale” obteve uma pontuação baixa e daí a cor clara na figura anterior. Assim, é necessário tomar medidas que contrariem a atual situação quando às unidades em fundo de vale por serem as mais sensíveis e não se encontram a ser geridas da forma mais correta.

Na figura 4.17 é apresentado uma carta com o cruzamento da informação dos mapas anteriores. Esta carta localiza as unidades com maior potencial de urbanização e proteção de paisagem, de modo a facilitar a avaliação do local e a introdução das propostas adequadas para cada unidade.

Como se pode observar na figura 4.17, a potencialidade mais comum no Subdistrito Butantã é quando se tem Potencial de Urbanização alto. No entanto, não se pode ter um olhar linear e sem qualquer tipo de avaliação das unidades em questão. Ou seja, por se tratar de uma situação atual, deve-se considerar a informação retirada do mapa anterior e daí realizar uma IFV apropriada às sensibilidades identificadas.

Sendo assim, a Cidade Universitária deve ser tratada como uma potencialidade de proteção da paisagem mais elevado do que a de urbanização mesmo havendo uma similaridade de resultados quanto a estas unidades. Principalmente se nos estivermos a referir à “Cidade Universitária – fundo de vale” que apresenta uma maior susceptibilidade para cheias (enchentes). As únicas unidades que apresentam um potencial de proteção elevado é a vegetação arbustiva e arbórea. Devido à escassez deste tipo de infraestrutura no subdistrito é importante que sejam protegidas e mantidas as já existentes. A maioria das residenciais tem também um potencial de urbanização alto mas devem ser consideradas as suas fragilidades por se situarem em fundo de vale, perto de linhas de água ou em encostas.

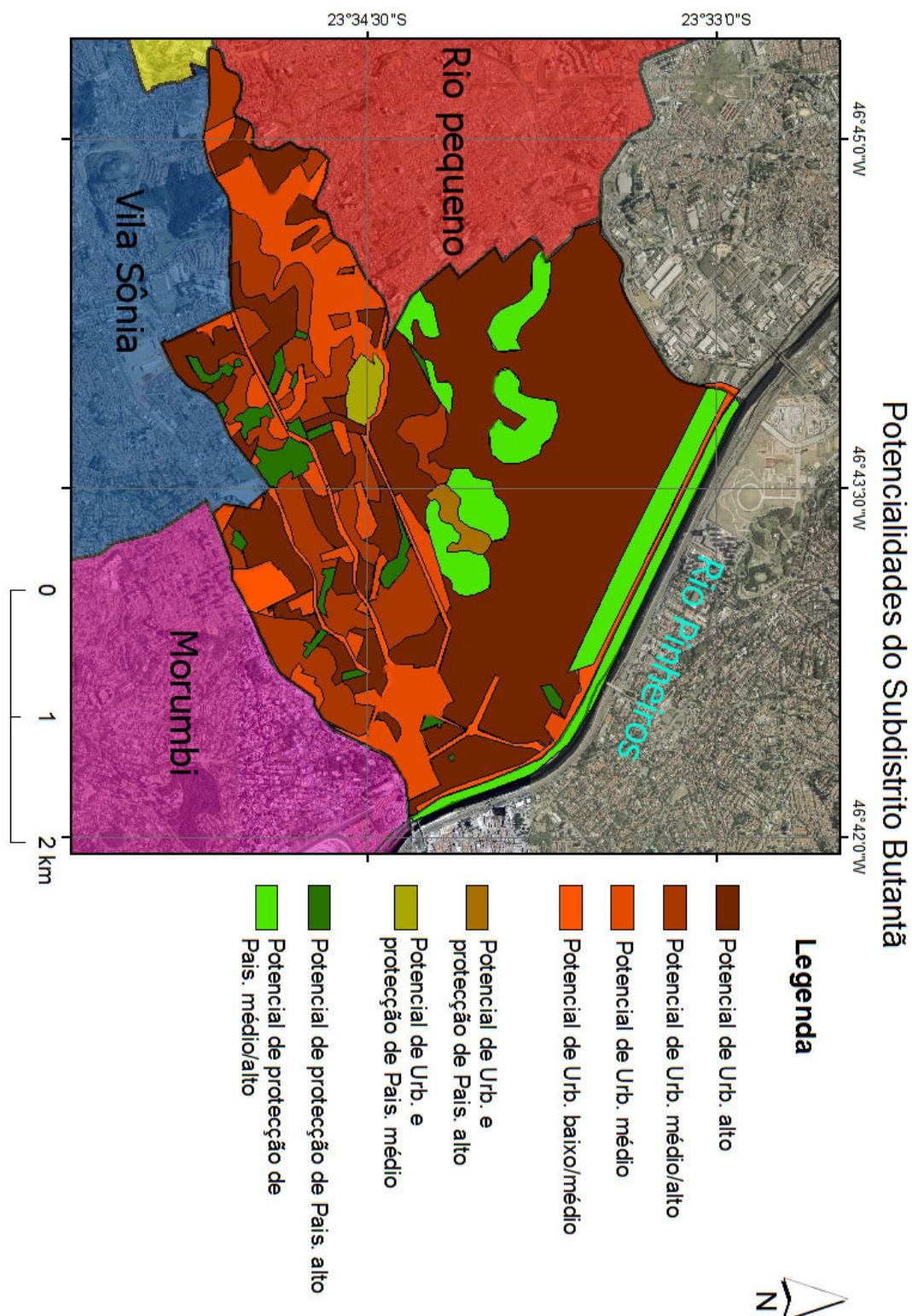


Figura 4.17: Diferentes potencialidades no Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: ortofotomapas 1:5000 de 2007. Fonte dos dados de base: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã e Emplasa.



Identificação das potencialidades da área de estudo através de uma estratégia para o Córrego Pirajuçara

5.1 Plano de Infraestrutura Verde para o Subdistrito Butantã

Para a realização do mapa do plano da IFV para este subdistrito foram recolhidas diversas informações como os espaços verdes, o declive, as linhas de água e os divisores de água, as unidades paisagísticas, os usos do solo e a aptidão para urbanização e proteção paisagística.

Toda a IFV é constituída por elementos que necessitam de ser protegidos ou potenciados, num certo local. Estes elementos tendem a proteger as linhas de água, uma vez que as cheias (enchentes) na RMSP é um dos maiores problemas existentes. Assim, a proteção e potenciação do uso correto das margens do Córrego Pirajuçara foi um dos enfoques principais da escolha dos elementos para o subdistrito Butantã.

Sendo assim, de acordo com a informação recolhida e tratada anteriormente foi possível chegar a uma IFV para o subdistrito Butantã. Para isso, os elementos que foram considerados foram os seguintes:

1. Espaços e parques recreativos;
2. Campos de jogos;
3. Escolas;
4. Margem do rio;
5. Sistema viário;
6. *Campus* universitário;
7. Passeios e caminhos pedestres;
8. Centros comerciais e indústrias;
9. Praças e locais de encontro.

É de salientar que mais do que o simples cruzamento de informação, a autora através de visitas de campo e do Google Earth, escolheu reflectidamente os elementos apropriados para a situação do subdistrito e daí resultou a IFV para o Butantã, exibida na figura 5.1.

Pela figura observa-se que para além da bacia do Córrego Pirajuçara, também são incluídas parte das Bacias do Jaguaré e do Rio Pinheiros. Mesmo sendo, esta dissertação, sobre a bacia do Córrego Pirajuçara, não faria sentido apresentar uma proposta para uma IFV neste subdistrito sem incluir as restantes linhas de água. No entanto, as propostas apresentadas no capítulo seguinte apenas dizem respeito ao Córrego Pirajuçara.

Esta proposta considera a criação de uma rede que tem como objectivo diminuir as cheias (enchentes) no Subdistrito Butantã e aumentar as áreas permeáveis, por se tratar dos principais problemas identificados ao longo do trabalho. Assim, a conectividade de espaços verdes e praças, associada a uma correta gestão das margens e a implementação de arborização apropriada no sistema viário, tornaria o subdistrito mais seguro e protegeria os recursos hídricos em causa e consequentemente, a qualidade de vida da população.

O elemento “*Campus* Universitário” foi escolhido por ter um elevado declive e um potencial de urbanização e conservação da paisagem elevados. No entanto, dentro do próprio espaço físico do *Campus*, foram ainda incluídos outros elementos como espaços e parques recreativos, sistema viário, passeios e caminhos pedestres praças e locais de encontro e campos de jogos.

Relativamente à margem do rio foi considerado a sua proteção em toda a sua extensão. Para isso, considerou-se uma margem de 30m que deve incluir matas ciliares de forma a propiciar uma maior retenção e filtração de poluição. Para além disso, consegue-se também uma diminuição da velocidade das águas pluviais, diminuindo os danos humanos e materiais.

Os espaços livres tiveram em conta o mapa elaborado e já apresentado. No entanto, nesta etapa foram escolhidos os espaços que tinham interesse em serem preservados ou poderiam sofrer alguma manutenção de modo a potenciar as suas particularidades.

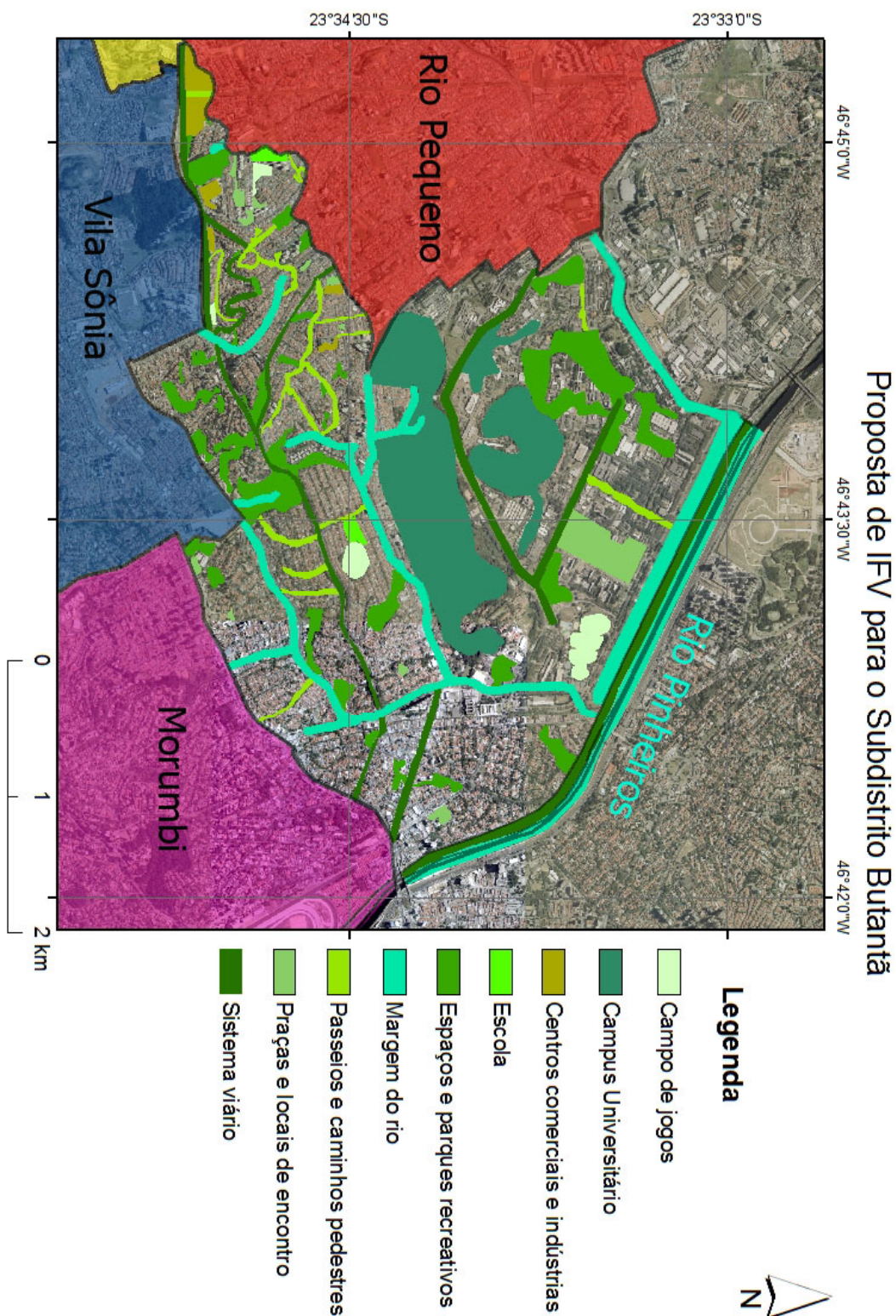


Figura 5.1: Proposta da IFV para o Subdistrito Butantã. Fonte: Elaboração própria. Bases cartográficas: Carta de Uso do Solo Predominante de 2005 da Subprefeitura do Butantã, Emplasa (ortofotomapas 1:5000 de 2007).

6

Propostas de Intervenção

A implementação da IFV é impossível num curto espaço de tempo. Para isso, foi realizada uma tabela onde são descritas as intervenções a realizar consoante o seu nível de prioridade. Ou seja, a partir dos problemas avaliados na zona estudada foram escolhidas as medidas que mais contribuem para contrariar a problemática analisada e estas são referentes às ações prioritárias e urgentes para serem realizadas até 2015. O ano de 2020 diz respeito às propostas de nível intermédio, que requerem custos menores e, por isso, podem ser implementadas diversas medidas ao mesmo tempo. Por fim, o ano de 2030 refere-se às propostas menos urgentes, mas com um carácter imprescindível a longo prazo.

As ideias apresentadas na tabela 6.1 requerem uma compreensão aprofundada da paisagem considerando os valores materiais, sensações, memórias e identidade. Assim, evita-se o esquecimento da paisagem passada mas com propostas de ordenamento novas de modo a responderem às exigências e necessidades contemporâneas.

As fotografias das propostas foram alteradas pelo *Adobe Photoshop CS4* e em primeiro lugar é mostrada a fotografia relativa ao estado atual e a segunda corresponde a essa alteração. A maioria apresenta mais alterações, de todo o conjunto de propostas apresentadas, para além da proposta específica de que é falada.

Tabela 6.1: Tipos de intervenção nos anos 2015, 2020 e 2030.

tipo de intervenção	
2015	<p>Etapa de manutenção e aumento de arborização junto ao sistema viário e implementação de espécies vegetais e matas ciliares apropriadas às particularidades do Córrego Pirajuçara e respectiva manutenção; Reurbanização das vias locais através da implementação de áreas permeáveis e de ferramentas de captação das águas pluviais; Fase de implementação de tectos verdes, jardins de chuva e pisos permeáveis junto às novas edificações; início da reconversão dos edifícios já existentes.</p> <p>Etapa de melhoria das vias locais, calçadas e caminhos pedestres através da construção de uma infraestrutura adequada;</p> <p>Etapa de implementação do conceito de ruas compartilhadas (ruas conjuntas de peões, veículos e bicicletas) nas vias comerciais e mistas; Fase de construção de ciclovias e travessias em vias de trânsito intenso de passagem; Aumento do número de praças e parques e manutenção dos já existentes para aumentar a eficiência na retenção das águas pluviais;</p> <p>Finalização do processo de reconversão do piso dos estacionamento e demais áreas pavimentadas com implementação de pisos permeáveis, cisternas, biovaletas, jardins ; Introdução de painéis fotovoltaicos nas residências de médio/alto padrão;</p> <p>Introdução de painéis solares nas residências de baixo padrão.</p>
2020	
2030	<p>Fase de finalização da introdução dos telhados verdes em Shoppings, indústrias e restantes grandes áreas de cobertura;</p> <p>Conclusão da conversão das vias de ruas residenciais, comerciais e de condomínios privados; Etapa de implementação de pontes verdes, passarelas e estruturas que facilitam a mobilidade e integração entre áreas verdes; Integração de agricultura urbana aos espaços adequados e tectos verdes; Conclusão da reconversão das margens e do leito do Córrego Pirajuçara e principais afluentes, com aumento das faixas lineares sempre que possível, integrados aos novos ; Substituição dos painéis solares por painéis fotovoltaicos.</p>

A arborização do sistema viário é uma das prioridades que deve ser implementada no subdistrito estudado. A ausência de um plano que guie e crie linhas orientadoras para a arborização das ruas torna complicada a plantação das árvores apropriadas às particularidades do local (tamanho da copa, localização e a própria espécie). Para além disso é necessário salientar a importância de correta utilização das caixas de plantio. As áreas pavimentadas para o plantio das árvores e as muretas construídas ao longo desta, dificultam, muitas vezes, a infiltração das águas pluviais, o que se traduz num maior escoamento a jusante. Estas medidas requerem sempre a sua manutenção para que os efeitos positivos da sua construção sejam os mais duradouros e eficazes possíveis.

As figuras 6.1 e 6.2 pretendem fazer uma comparação da situação atual com uma situação ideal, possível de ser implementada.



Figura 6.1: Avenida Corifeu de Azevedo Marques com ausência de arborização. Fonte: Google Earth

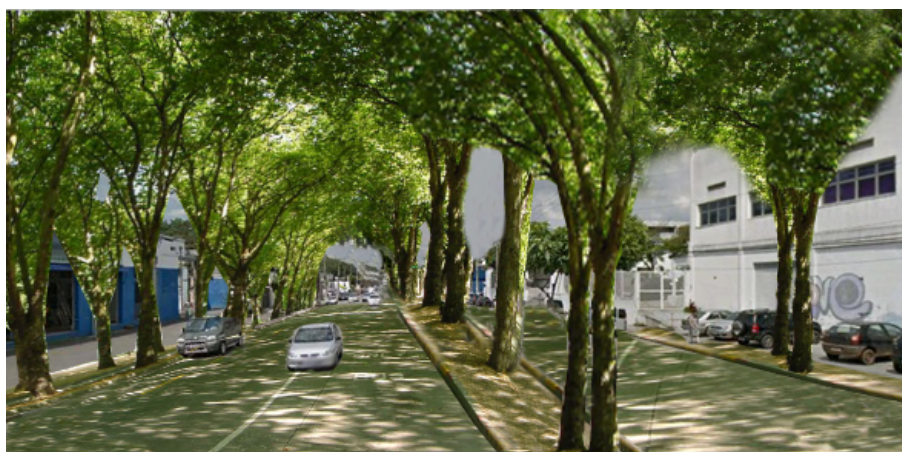


Figura 6.2: Arborização do sistema viário. Fonte: Elaboração própria.

As duas seguintes figuras pretendem mostrar como poderia ficar um local do Subdistrito Butantã com a plantação de vegetação arbórea no sistema viário. As figuras 6.3 e 6.4 são apenas uma planta das duas figuras anteriores de modo a melhor perceber-se a proposta introduzida.



Figura 6.3: Zona do Subdistrito Butantã sem arborização – situação actual. Fonte: Google Earth

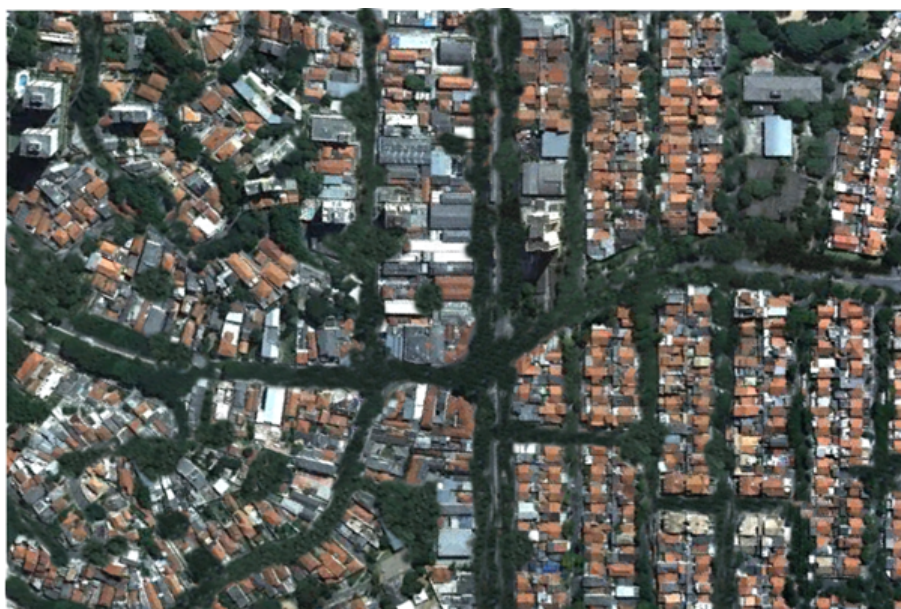


Figura 6.4: Planta de uma zona do Subdistrito Butantã com a introdução da proposta “arborização do sistema viário. Fonte: Elaboração própria.

As matas ciliares têm grande importância na filtração de poluentes, diminuição da velocidade das águas e da erosão, aumento da biodiversidade, amenização da temperatura e diminuição do fenômeno da ilha de calor. Assim, é crucial que as margens do Córrego Pirajuçara sejam geridas de modo a que seja introduzida vegetação ciliar, caminhas pedestres ou ciclovias. Na situação atual (figura 6.5) estas margens são bastante menosprezadas ou mesmo inexistentes, na maioria do percurso do córrego.

Como referido ao longo deste trabalho, o último troço do Córrego Pirajuçara se encontra em canal aberto e canalizado. Esta proposta de IFV prevê uma renaturalização de todo o córrego no Subdistrito Butantã, aumentando a população abrangida pelos benefícios da existência de matas ciliares.



Figura 6.5: Margens do Córrego Pirajuçara do trecho dentro da USP. Foto tirada pela autora.

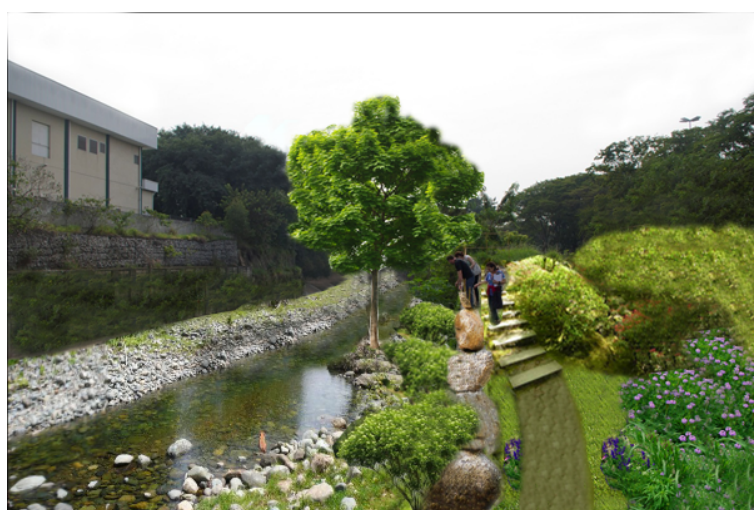


Figura 6.6: Margens do Córrego Pirajuçara com vegetação ciliar e caminhos pedestres cuidados. Fonte: Elaboração própria.

A renaturalização de rios e córregos é sempre possível, no entanto, dependendo do local específico de cada um, existem certas limitações que devem ser impostas. Os custos económicos têm que ser tidos em conta, assim como os sociais. Muitas vezes, é necessário o deslocamento da população para outros locais e este é um dos factores a ter em conta aquando o aumento das margens.

O ideal seria um alargamento das margens do Córrego Pirajuçara, no entanto, este tipo de medidas acarreta enormes custos para a prefeitura, pois teria que se deslocar as faixas de rodagem. Assim, esta proposta segue uma linha de proteção das margens mas com a realização de uma reconversão com recursos às técnicas da engenharia ecológica/bioengenharia de modo a conter as margens, contrariamente ao utilizado como muros de cimento (concreto). Estas mudanças devem sempre ter em conta as características de cada local, como as margens mais ou menos construídas.

Assim, a requalificação do espaço urbano com características de espaço público de qualidade dando preferência a vias não motorizadas é uma medida importante que deve ser implementada o mais rápido possível e sugere-se que o seu processo deve ser contínuo e finalizado até 2020. A figura seguinte mostra como se apresentam, na grande maioria, as ruas deste subdistrito.



Figura 6.7: Rua com pouca vegetação e pouco cuidada. Fonte: Google Earth.

O aumento do número de elementos como jardins de chuva, cisternas, biovaletas, telhados verdes ou canteiros permeáveis (figura 6.8) conseguiria reduzir as áreas impermeáveis e o número de cheias (enchentes) verificadas no subdistrito Butantã.

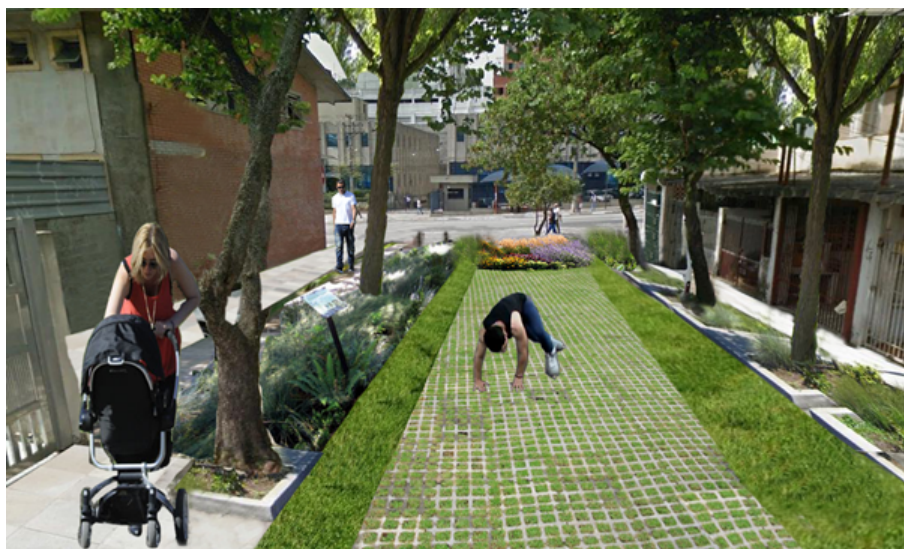


Figura 6.8: Rua com introdução de jardins de chuva, pisos permeáveis e biovaletas. Fonte: Elaboração própria.

Associada a esta proposta deve ser realizada a melhoria das vias locais, com acabamento em material poroso das calçadas e respectiva manutenção dos caminhos pedestres. Deste modo, para além de se melhorar o aspeto visual da cidade, promove-se a mobilidade em modos suaves (patins, bicicleta e a pé) diminuindo a necessidade do uso do veículo.

A proposta de construção de telhados verdes refere-se aos do tipo extensivos por serem mais leves, elaborados numa secção estreita e onde é plantada vegetação de pequeno porte; ao contrário dos telhados verdes intensivos. Estes últimos requerem uma maior quantidade e profundidade de substrato utilizado, o que se traduz num peso maior que o telhado terá que suportar. As figuras seguintes pretendem uma visualização em planta da introdução destes elementos de bioengenharia.



Figura 6.9: Aspeto anterior à introdução dos elementos de bioengenharia. Fonte: Google Earth.



Figura 6.10: Aspeto depois da introdução de elementos de bioengenharia. Fonte: Elaboração própria.

A problemática do desenho urbano que privilegia a circulação de veículos a motor de combustão, negligenciando a segurança e as necessidades das pessoas é uma realidade em Butantã e no restante estado de SP. As ruas das cidades são uma parte importante na habitabilidade das comunidades e devem ser para todos, lojista, motorista, ciclista, peão, etc.

Por isso, uma das propostas mencionadas é a implementação do conceito de ruas compartilhadas, muitas vezes referidas na bibliografia por ruas multifuncionais. Estas ruas têm como objetivo a utilização integrada dos espaços públicos em ruas comerciais e mistas. Assim, a ideia de uma rua com sinalética, passadeiras e símbolos é substituída por uma abordagem orientada para as pessoas e o espaço público que frequentam.

Ao contrário do que se pensa, este conceito diminui os acidentes rodoviários por meio de uma maior sensibilização e cuidado dos condutores, diminuição da velocidade, ao mesmo tempo que promove a adoção de pequenas regras relativamente ao respeito para com os restantes condutores. No entanto, a implementação deste conceito implica a intervenção de planeadores de transporte e engenheiros, de modo a que trabalhem em conjunto em políticas e projetos que incluem todos os utilizadores (usuários).



Figura 6.11: Aspeto antes da introdução do conceito de rua compartilhada. Fonte: Google Earth.



Figura 6.12: Aspeto posterior à introdução do conceito de rua compartilhada. Fonte: Elaboração própria.

A substituição do espaço dos veículos para as pessoas, bicicletas, espaços verdes e de lazer é outra das medidas propostas. O aumento da importância para a deslocação a pé e de transportes públicos tem que ganhar ênfase numa subprefeitura como Butantã devido às vantagens anunciadas ao longo desta dissertação.

Um dos outros problemas que Butantã enfrenta é o estado das calçadas. Estas necessitam de uma manutenção de modo a que fiquem mais seguras, limpas e iluminadas. Assim, promove-se uma mobilidade digna para os peões ao mesmo tempo que o subdistrito fica mais apresentável.

A construção de ciclovias e travessias para a promoção da mobilidade em modos

suaves é uma realidade que, atualmente, não pode ser menosprezada. Cada vez mais existe uma maior aderência de pessoas para este tipo de mobilidade, o que diminui o número de veículos nas estradas e, conseqüentemente, os Gases com Efeito de Estufa (GEE) e aumenta a saúde geral da população.



Figura 6.13: Avenida antes da introdução da ciclovia. Fonte: Google Earth.



Figura 6.14: Avenida depois da introdução da ciclovia. Fonte: Elaboração própria.

Na figura anterior observa-se a implementação das faixas para ciclistas. A ciclovia e os caminhos para peões necessitam de ganhar importância nas ruas de SP, substituindo as estradas que apenas servem os veículos.

O aumento do número de praças, parques, espaços verdes e recreativos é de extrema importância pois favorece a infiltração e drenagem das águas pluviais, aumenta o bem-estar da população e as áreas de encontro entre estas, diminui a necessidade de deslocamento para fora da localidade para encontrar zonas de recreio e lazer, funciona como pontos de ligação entre CV e aumenta a própria robustez da IFV. É de salientar também que para além do aumento do número deste elemento, é fundamental que haja uma correcta e continuada gestão dos mesmos. São inúmeros os exemplos de bons projetos que foram implementados mas que requeriam uma gestão muito acentuada e, por isso, esses parques foram deixados ao abandono, sem qualquer tratamento mínimo. Esta medida, para além da introdução do número de espaço verdes, também deve considerar que estes mesmos espaços sejam o mais sustentáveis possíveis. Ou seja, a menor interferência do Homem para a manutenção destes espaços propicia um menor gasto e um meio mais naturalizado.

Na figura 6.15 está bem presente a fragmentação existente no Subdistrito Butantã. Consolidar o número de praças e parques com a introdução de pontes verdes é outra das propostas desta dissertação.



Figura 6.15: Aspeto antes da introdução de um espaço verde cuidado. Fonte: Google Earth.

Na figura seguinte, observa-se o aumento do número de espaços verdes, com espaço para recreio e lazer e a arborização das árvores. Para além disso, a ligação entre grandes áreas de vegetação arbustiva é pode ser feita através de pontes verdes. Todos estes elementos são bastante importantes num local onde o maior problema são as cheias (enchentes).

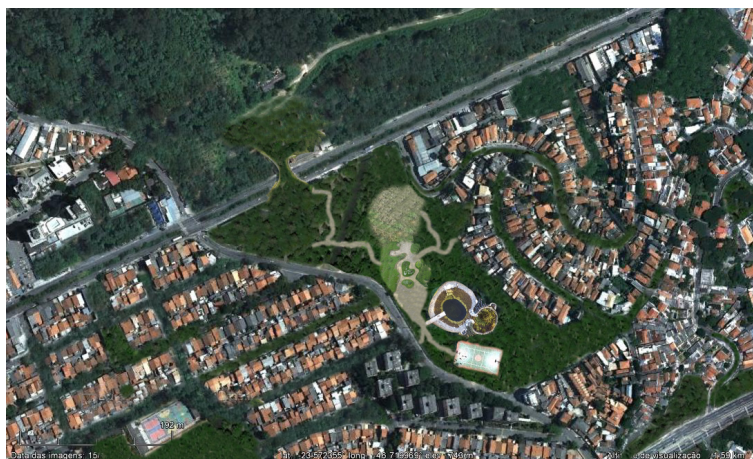


Figura 6.16: Avenida depois da introdução da ciclovía. Fonte: Elaboração própria.

As figuras seguintes indicam um dos edifícios onde se poderia introduzir telhados verdes. Os condomínios privados, centros comerciais ou armazéns que tenham grandes áreas de cobertura são bons candidatos para a introdução destes constituintes.

Nesta etapa, também se poderiam introduzir os painéis fotovoltaicos e solares. Esta medida implicaria um aumento do conforto no lar, a redução da fatura energética, a redução de emissões de CO_2 e a redução da pressão sobre os recursos naturais.



Figura 6.17: Aspecto antes da introdução de telhados verdes, espaços verdes e pavimentos porosos. Fonte: Google Earth



Figura 6.18: Aspecto depois da introdução de telhados verdes, espaços verdes e pavimentos porosos. Fonte: Elaboração própria.

A inserção de pavimentos permeáveis, arbusto e árvores nos pavimentos é uma das ideias propostas. Esta medida visa o aumento da infiltração das águas pluviais e o aumento da qualidade da paisagem. Na figura anterior, para além desta proposta, também se observa a implementação de telhados verdes, o aumento de espaços verdes e a arborização das ruas, que são necessários no subdistrito.

A construção de pontes verdes ou passarelas que facilitem a mobilidade e integração de áreas verdes requer um conhecimento técnico superior às outras propostas, no entanto, o seu custo não é muito elevado. Estas pontes não necessitam de suportar um peso tão alto como as pontes comuns e a sua deterioração é, também, mais lenta. É uma medida que deve ser implementada pois é das principais que promove a proteção da fauna e da flora, a sua movimentação e funciona também como CV.

Ao invés de pontes verdes (figura 6.20) também podem ser construídos ecodutos que se diferenciam das pontes por serem construções abaixo do solo. Estas infraestruturas dão oportunidade aos animais para se deslocarem sem correrem o risco de ser mortos nas estradas.

Para além de todas as vantagens para os animais e vegetação da construção deste tipo de estruturas, a população também usufrui de uma paisagem mais verde, aumentando a sua identificação para com a cidade onde reside.



Figura 6.19: Avenida sem qualquer tipo de ligação entre as áreas verdes. Fonte: Google Earth



Figura 6.20: Avenida com a construção de uma ponte verde. Fonte: Elaboração própria.

A existência de agricultura urbana promove o sentimento comunitário entre os moradores, o aproveitamento dos espaços inutilizados e da sua permeabilização. Para além disso, contribuem para a saúde dos moradores através de uma alimentação biológica e aumentam o conhecimento em comportamentos ambientalmente responsáveis, promove-se o consumo de produtos locais e da época. As figuras 6.21 e 6.22 fazem uma comparação de como uma zona de residência horizontal de baixo padrão poderia ficar com a introdução de agricultura urbana.



Figura 6.21: Aspecto do local sem a introdução da agricultura urbana. Fonte: Google Earth



Figura 6.22: Aspecto do local com a introdução da agricultura urbana. Fonte: Elaboração própria.

A agricultura urbana é extremamente importante quando se fala de famílias menos abastecidas. Como se observa na figura anterior, esta proposta situa-se perto de uma pequena favela. As construções do tipo favela não são muito comuns no Subdistrito Butantã mas as existentes poderiam beneficiar dos produtos advindos dessa agricultura, aliviando muitas famílias nos gastos para alimentação.

O campo de futebol observado pode ser instalado sobre elementos de drenagem desde que se tenha um cuidado na escolha dos materiais utilizados. Assim, para além de uma proteção desses elementos, a utilização de pavimento poroso proporcionaria um

meio para a infiltração das águas pluviais.

Para facilitar o entendimento da importância de cada elemento e da sua importância, foi realizada a tabela 6.2. Nesta estão discriminadas as funções de cada constituinte dos elementos da IFV em relação a três aspectos: Ambiente, Economia e Sociedade.

Neste âmbito é necessário definir os serviços ecológicos prestados à população, pelos elementos constituintes da IFV. Pela observação da tabela verifica-se que todos eles têm vantagens em todos os setores: ambiental, económico e social. As árvores são, de facto, o constituinte que mais serviços presta nestes três setores mas todos eles são de extrema importância. No entanto, é de frisar que ao nível da biodiversidade em áreas urbanas deve-se sempre fazer uma gestão desses elementos naturais tendo em consideração as possíveis doenças que possam ser transmitidas à população como o dengue. Para além das vantagens anunciadas na tabela e que valem por si só, não se pode deixar de referir que um local diversificado e com diversos elementos diferentes proporciona uma paisagem mais atraente para os moradores.

Tabela 6.2: Serviços prestados pelos constituintes dos elementos da IFV para o ambiente, economia e sociedade.

	Constituição dos elementos da IFV							
	Ambiente				Economia			
	Aumento da qualidade do ar	Recarga dos aquíferos	Ambiente hospitaleiro/acolhedor	Uso eficiente da energia	Oportunidades de crescimento económico	Aumento da produtividade do uso do solo	Competitividade económica	Utilização de produtos locais
								Acesso aos espaços recreativos
								Saúde dos moradores
								Segurança do bairro
Árvores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ferramentas de controlo das águas da chuva (i.e. superfícies permeáveis, cisterna, jardins de chuva, etc)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vegetação herbácea e arbustiva, matas ciliares	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zonas húmidas		✓	✓			✓		✓
Agricultura urbana e jardins comunitários		✓	✓			✓	✓	✓
Ciclovias	✓		✓		✓		✓	✓



Resultados, discussão e conclusão

A realização deste trabalho oferece informações que podem contribuir para um planeamento mais robusto no futuro, melhorando a qualidade de vida dos moradores do Subdistrito Butantã. Assim, é de frisar a importância de um planeamento da paisagem, que deve ter em conta o uso do solo, os espaços livres, a rede hidrográfica e as unidades paisagísticas da área de estudo.

Neste âmbito, é importante discutir a importância dos SIG's que facilitam e ajudam na interpretação de qualquer atributo, permitindo um menor gasto de recursos humanos e materiais. No entanto, aquando a realização deste trabalho, houve alguns obstáculos que impediram a avaliação totalmente correta dos dados. Isto porque as bases cartográficas continham alguns erros e muitas delas estavam mal georreferenciadas ou incompletas.

Para além deste tipo de erros, o facto do preenchimento das tabelas de avaliação das unidades paisagísticas ser totalmente individual e de acordo com a opinião de quem as avalia, torna essa conclusão subjectiva. Outra limitação encontrada no decorrer deste trabalho foi o facto dos usos do solo identificados não corresponderem à realidade atual, visto a informação recolhida ser um cruzamento entre mapas de 2012 (*Google Earth*) e de 2007 (ortofotomapas da Emplasa). No entanto, foram feitas visitas ao local de modo a cobrir o máximo possível este tipo de erros.

Neste âmbito a informação recolhida para a elaboração da carta do uso e tipo de solo no Subdistrito Butantã pode ser variável. Isto porque, a informação foi recolhida por meio de visitas ao campo que contém informação diferente da carta disponibilizada pela subprefeitura. Para além destas visitas, e por ser impossível o registo de todo o uso no tempo que esta dissertação levou a ser escrita, recorreu-se ao *Google maps* e *Google Earth*. Ora, acontece que a informação disponibilizada no *site* da subprefeitura é de 2005, a do

Google maps e *Google Earth* é de 2012 e as visitas ao campo também de 2012 mas não no mesmo período de tempo.

A análise biofísica do Subdistrito Butantã foi uma das etapas que mais contribui para a realização do mapa da IFV proposta. No entanto, é de salientar a subjectividade da interpretação de alguns dados que deve ser tida em conta e que é única de cada avaliador. Assim como no uso e tipo de solo, a informação contida nas tabelas 6.1 e 6.2, referentes ao potencial do uso urbano e da proteção da paisagem local também pode variar, consoante o técnico a avaliar essa informação. Isto resulta no facto de os valores atribuídos às características de cada tabela serem pessoais, consoante a importância que o avaliador oferece a cada característica. A dificuldade em arranjar dados com informação geográfica que não tivessem nenhum tipo de erro também foi uma realidade da execução do presente trabalho. Assim, a autora deteve-se com este obstáculo que só foi ultrapassado ao completar e corrigir a informação em falta e errada.

Relativamente à carta dos usos do solo do subdistrito Butantã conclui-se que é a Cidade Universitária que apresenta uma maior expressão na área de estudo e que, por isso, deve ter especial atenção para a sua gestão, visto poder influenciar uma maior área. Já a vegetação arbustiva e arbórea deve ser conservada e mantida de modo a se poder recuperar de quaisquer impactes ambientais que possam sofrer. Aumentar este uso do solo proporciona a redução da impermeabilização do subdistrito, diminuindo também as cheias (enchentes) que tanto danificam meios materiais e humanos. No entanto, as residências também se apresentam em grande parte do subdistrito, acompanhadas de pouca vegetação e espaços verdes.

Quanto à avaliação das unidades paisagísticas, a que apresenta um maior potencial de urbanização é a “Residencial vertical – fundo de vale”. Assim, é esta unidade que deve ter um maior investimento, tendo sempre em conta um correto planeamento ambiental.

Contrariamente, é a unidade “Cidade Universitária – encosta” que possui os menores valores para potencial de urbanização, sendo que deve acarretar uma correta gestão aquando a urbanização da zona.

Relativamente à atribuição de valores para a proteção da paisagem local é a “Cidade Universitária – encosta” que apresenta um registo maior; assim, esta contribui para o aumento da biodiversidade e de espaço verde no Subdistrito. Contrariamente, a “Rodovia – fundo de vale” apresenta um menor potencial de paisagem, pelo que se torna menos significativa para a proteção deste parâmetro, no Subdistrito Butantã.

A renaturalização do Córrego Pirajuçara e a gestão das suas margens é das medidas que mais mudanças podem trazer para a população. Não é, de todo, o objetivo da implementação de uma IFV, prejudicar a população por eventuais deslocamentos que poderão ocorrer aquando a implementação de uma IFV. No entanto, é necessário avaliar os custos humanos e materiais pelas construções no leito de cheia que, com certeza, acarreta mais prejuízos do que a deslocação destas famílias para locais mais seguros.

É de salientar que com estas propostas, novas **oportunidades de negócio** são geradas. O subdistrito Butantã oferece diversas atividades lúdicas, comércio, negócios e de ensino que devem ser aproveitados pelos moradores. A implementação de um plano de IFV consegue aumentar ainda mais essas atividades e também oferece oportunidade de investir em novos projetos e ideias.

Esta dissertação serve também para orientar projetos futuros, servindo como uma proposta que pode ser sempre melhorada, através de estudos mais pormenorizados para cada área envolvente antes e aquando a sua implementação. Assim, é de salientar a importância de estudos vocacionados para as áreas específicas de engenharia e arquitetura.

Neste âmbito, é recomendável que seja acompanhado o desenvolvimento de projetos no âmbito de um futuro aumento das margens do Córrego Pirajuçara. Por isso, pesquisas sobre a evolução morfológica e sobre a biota são de grande importância uma vez que permitem averiguar a eficácia do método implementado e daqui salienta-se a importância da monitorização. Destaca-se, por isso, o papel das pesquisas e investigações que devem sempre acompanhar projetos desta natureza, de forma a não prejudicar os moradores que, direta ou indiretamente, usufruem deste elemento.

A renaturalização do Córrego Pirajuçara, para além de aumentar a capacidade de recuperação ecológica, aumenta também a atratividade da população para a zona ribeirinha. Assim, o turismo pode também ser uma forte aposta no Subdistrito Butantã o que permite aumentar a economia local e o conhecimento geral da população sobre aspectos ambientais. Isto porque ligado ao turismo, poder-se-ia sensibilizar a população para a importância de uma gestão adequada das áreas verdes numa região, por meio de pequenas palestras ou oficinas de projeto.

Contudo, melhorias significativas podem ser obtidas através de técnicas da engenharia ambiental e bioengenharia, tanto no leito do rio como nas suas margens. Os rios renaturalizados devem servir como exemplos para a educação ambiental e facilita a introdução de apontamentos de recreação e lazer no local.

No entanto, é de extrema importância que a capacidade de carga do sistema não seja ultrapassada. Ou seja, o turismo precisa de ser direcionado para as áreas menos sensíveis, não gerando conflitos entre a paisagem criada e a população. Assim, é necessário que sejam compatibilizados os interesses de todos os envolvidos e sensibilizar os visitantes de modo a evitar prejuízos.

A preservação de espécies autóctones e criação e venda de espécies é outra ideia que também pode ser implementada. Usar um espaço verde que não tenha utilidade atualmente promoveria o aumento do número de espaços verdes com vegetação adequada, simultaneamente que seria criado emprego. Esse espaço poderia ser utilizado para ensino da população em geral pela da subprefeitura ou para ensino mais específico pelos alunos da USP. Assim, quer os alunos, quer a população da região

teriam acesso ao espaços e a esclarecimentos específicos que aumentaria a educação da população e a sensibilização para a importância de certas espécies vegetais.

O facto do subdistrito estudado conter a Cidade Universitária é uma mais-valia que deve ser aproveitada. Deste estabelecimento público estão, continuamente, a serem formados jovens académicos com ideias promissoras e inovadoras que podem contribuir para a resolução dos problemas do Butantã. Uma parceria entre a subprefeitura e a Universidade poderia ser uma realidade com vantagens para ambas as partes. Isto porque aumentar-se-ia o espírito de competitividade entre os alunos, a criação de ideias inovadoras e os custos seriam mais baixos uma vez que poderia haver um limite máximo de investimento envolvido para cada projeto e com o máximo de materiais reciclados.

A realização de um plano de arborização para a RMSP é uma das principais ideias que deve ser tida em conta. A ausência de qualquer consideração da importância de uma correta arborização diminui a qualidade do ar, a saúde dos moradores e o impacto visual sobre o ambiente exterior também é prejudicado. Um plano requer sempre a intervenção de técnicos qualificados, o que aumentaria o número de empregos e de planos/projetos que contribuem melhores soluções face aos problemas.

A implementação de novas ideias como pontes e ecodutos verdes, a reconversão das margens do Córrego Pirajuçara com biomateriais, criação de ruas compartilhadas e construção de biovaletas, cisternas e jardins de chuva requerem a contribuição de engenheiros, paisagistas e arquitetos. Novas pequenas empresas poderiam, assim, ter oportunidade de serem criadas, com ideias arrojadas e que contribuíssem para a resolução das problemáticas analisadas. A manutenção dos espaços permite a continuidade da saúde dos espaços criados e promove também mais emprego para a região.

A utilização de espaços para agricultura urbana promove um sentimento de comunidade entre os vizinhos e o uso de produtos locais, contribuindo para a sustentabilidade local. Para além disso, estes espaços poderiam proporcionar o aumento da economia local uma vez que estes produtos seriam vendidos a regiões vizinhas, podendo haver um comportamento de troca de produtos.

Com a implementação de projetos promove-se a economia local e regional, oferecendo mais postos de trabalho e contribuindo para a sustentabilidade local. Consumir produtos regionais é mais barato e mais saudável para os consumidores e para o ambiente. Por estes produtos não precisarem de percorrer longas distâncias, diminui-se o número e tempo de veículos nas estradas, contribuindo para a diminuição de GEE. A compra e venda de sementes dos pequenos produtores pode também ser uma oportunidade de negócio, que bem gerida, consegue chegar a escalas maiores, e abranger mais subdistritos. Para além disso, a utilização do solo para agricultura tem como resultado a diminuição do grande problema das cheias (enchentes) neste

subdistrito, pois o solo é arejado e cultivado. A existência de uma maior proximidade dos moradores para com o solo, promove também uma maior sensibilização para a sua importância e de como deve ser gerido.

Um dos pontos analisados foi a importância de uma linha de água numa região. No decorrer deste trabalho foi visível o interesse que a população sente pela linha de água, no entanto, não é perceptível essa preocupação no seu comportamento. Isto porque nas visitas de campo ao local estudado são observados resíduos na margem e pouca vegetação ciliar. No entanto, a ausência desta vegetação não tem como premissa apenas o comportamento da população mas também dos seus dirigentes. O novo código florestal diminui a largura das matas ciliares e a conservação de vegetação nas margens e facilita o cultivo em APP. A implementação de políticas corretas que promovam um correto ordenamento do território é uma realidade que urge em aparecer e este trabalho pretende, precisamente, contribuir para esse ponto.

Por tudo isto, é de salientar a importância de estudos pormenorizados sobre as temáticas abordadas ao longo desta dissertação de modo a minimizar os erros anunciados e encontrados mas que não puderam ser contornados.

Uma das principais conclusões desta dissertação é a problemática existente no subdistrito Butantã relativamente à impermeabilização do solo e da diminuição ou mesmo ausência da margem do Córrego Pirajuçara. Como referido na fase teórico-conceptual, uma das grandes questões presentes em SP, é a impermeabilização do solo, como resultado de um mau ordenamento e planeamento do território. Este pressuposto foi também verificado no decorrer deste trabalho, na fase do tratamento da informação geográfica e, por isso, a proposta da IFV teve em consideração este factor.

A adoção de obras de engenharia como as bacias de retenção têm sido consideradas como parte da solução para estas problemáticas. No entanto, a autora desta dissertação pensa que esta não será a melhor opção de combate a esta problemática de cheias (enchentes). O investimento na construção destes reservatórios de retenção e rebaixamento das calhas deve ser substituído pela proteção das margens e da respectiva vegetação ciliar, através da introdução de projetos de engenharia de restauro tendo em conta a bioengenharia ou engenharia ecológica. Para além do menor investimento, estas estruturas permitem uma maior prestação de serviços para a população como recreio e lazer, drenagem e filtração natural das águas, possibilita mobilidades em modo suave e ameniza a temperatura, que é significativamente superior no centro de SP.

A presente dissertação, com o objetivo directo de apresentar uma proposta de uma IFV para o Subdistrito Butantã, pretende também fazer com que os problemas encontrados neste subdistrito sejam do conhecimento de todos, para ser mais fácil a sua resolução. Os problemas analisados foram, sobretudo, referentes às águas pluviais, à impermeabilização do solo e à ausência de espaços verdes.

Outra conclusão retirada durante este trabalho foi a importância que uma proposta

de uma IFV tem com a ligação do tema “azul” e “verde” para uma região. Com os problemas que as grandes metrópoles enfrentam, é importante que sejam valorizados a importância da paisagem, a proteção das linhas de água e a sensibilização da população para a sustentabilidade local.

Uma IFV presta serviços a um território urbano e revela-se como um instrumento adequado à requalificação urbana de territórios densamente ocupados e com infraestruturação deficiente. Assim sendo, esta estrutura proporciona uma proteção aos elementos da paisagem mais sensíveis, aumenta a qualidade do ar, filtração das águas, amenização da temperatura do ar e água, conserva o solo, diminui os fenómenos de cheias, protege as florestas urbanas e oferece espaços de recreio e lazer aumentando a qualidade de vida.

A implementação de uma IFV numa cidade oferece um reposicionamento e outro modo de pensar relativamente ao espaço aberto como sendo um dos elementos essenciais para as cidades a níveis ecológico, económico e social. Assim, é possível conseguir equilibrar as estruturas ecológicas, infra-estruturas com espaços dedicados à exploração dos demais recursos indispensáveis à vida e bem-estar da população.

O êxito para a implementação de uma IFV requer a consciencialização da sociedade civil, incluindo prefeituras, subprefeituras, associações e universidades. Para além disso, os próprios engenheiros e arquitetos também começam a estar conscientes da resolução dos problemas através de soluções ambientalmente responsáveis. Uma equipa interdisciplinar, onde os biólogos, ecologistas, planeadores, arquitetos, sociólogos, paisagistas e engenheiros dêem um contributo para a melhor solução é um dos principais requisitos para o sucesso de uma IFV.

Bibliografia

Artigos e Livros

- Ahern, J. (1995). *Greenways as a planning strategy. Landscape and Urban Planning*, 33(1-3), 131-155.
- Alameddne, N., & Rodrigues, C. (2006). *Mapeamento de unidades morfológicas complexas na Bacia do Ribeirão Pirajuçara (SP): uma proposta para sistemas geomorfológicos antropizados*. Paper presented at the VI Simpósio Nacional de Geomorfologia.
- Amaral, I. (2001). *Acerca da "Paisagem": apontamentos para um debate*. Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia, XXXVI.
- Andresen, T. (1992). *Para a Crítica da Paisagem*. Universidade de Aveiro.
- Barreiros, L. (2005). *Avaliação da paisagem: contributo para o planeamento da paisagem protegida*. Universidade Nova de Lisboa.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2002). *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21 st Century*.
- Binder, W. (2001). *A Recuperação de rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental. Rios e Córregos: Preservar - Conservar - Renaturalizar*.
- Bruna, G. C., Goldemberg, J., & Romero, M. d. A. (2000). *Metrópoles e o desafio frente ao meio ambiente* (Vol. 6).
- Bueno, E. S., & Ximenes, D. S. S. (2011). *A importância da Infra-estrutura verde no Desenho Ambiental: Estudo da área da Cidade Universitária e Instituto Butantã*. Revista LabVerde.
- Bógus, L. M. M., & Pasternak, S. (2009). *Observatório das Metrôpoles. Como anda São Paulo*. Rio de Janeiro.

- Cabral, F. C. (1993). *Fundamentos da Arquitectura Paisagista*. Lisboa.
- Canil, K., Alameddine, N., & Oliveira, R. A. (2004). *Caracterização de áreas de produção de sedimentos no Ribeirão Pirajussara, S.P., visando a prevenção de enchentes*.
- Castro, E. d., & Lopes, A. (2009). *Usos e Funções da Paisagem no Desenvolvimento Social: A Raia Central Portuguesa*. Paper presented at the 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde.
- Cormier, N. S., & Pellegrino, P. R. M. (2008). *Infra-estrutura Verde: uma Estratégia Paisagística para a Água Urbana*. Paisagem e Ambiente, nº 25.
- Cunha, N. C. d. (2007). *Do sistema paisagem à morfologia do terreno*. Instituto Superior Técnico.
- d'Ábreu, A. C. (2001). *Caracterização e Identificação das Paisagens dos Açores - Relatório Final*, Universidade de Évora.
- d'Ábreu, A. C. (2007). *Paisagem e Ordenamento do Território*. Inforgeo.
- Fahrig, L., & Tischendorf, L. (2000). *How should we measure landscape connectivity?* Landscape Ecology.
- Fernandes, S. A., Guedes, P. P., Pellegrino, P. R. M., & Pirillo, F. C. (2006). *A Paisagem da Borda: Uma Estratégia para a Condução das Águas, da Biodiversidade e das Pessoas*. Rios e Paisagens Urbanas nas Cidades Brasileiras.
- Ferreira, J. C. (2010). *Estrutura Ecológica e Corredores Verdes - estratégias territoriais para um futuro urbano sustentável*. 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável.
- Ferreira, J. C., & Machado, J. R. (2010). *Infra-Estruturas Verdes para um Futuro Urbano Sustentável. O Contributo da Estrutura Ecológica e dos Corredores Verdes*. Revista LabVerde, nº 1.
- Filho, A. J. P., Barros, M. T. L. d., Hallak, R., & Gandú, A. W. (2004). *Enchentes na Região Metropolitana de São Paulo: Aspectos de Mesoescala e Avaliação de Impactos*.
- Forman, R., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. Nova York.
- Franco, M. d. A. R. (2001). *Planejamento Ambiental para a cidade sustentável*, (2ª ed.). São Paulo.
- Frischenbruder, M. T. M., & Pellegrino, P. (2006). *Using greenways to reclaim nature in Brazilian cities*. Landscape and Urban Planning, 76(1-4), 67-78.
- Godoy, E. L. d. (2008). *Monitoramento de água superficial densamente poluída - O córrego Pirajuçara, região metropolitana de São Paulo, Brasil*. São Paulo, São Paulo.

- Herzog, C. P. (2008). *Corredores verdes: expansão urbana sustentável através da articulação entre espaços livres, conservação ambiental e aspectos histórico-culturais*.
- Istock, C., Rees, W., & Stearns, F. (1973). *The Urban Ecosystem: a holistic approach*. United States of America.
- Leitão, A. B., & Ahern, J. (2002). *Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning*. Landscape and Urban Planning, ELSEVIER, 59(2), 65-93.
- Little, C. E. (1990). *Greenways for America*. The John Hopkins University Press.
- Lyle, J. T. (1999). *Reshaping the Built Environmental Ecology, Ethics and Economics*. United States of America, Washington DC.
- Magalhães, M. R. (2001). *A Arquitectura Paisagista. Morfologia e Complexidade*. Lisboa.
- Magalhães, M. R. (2007). *Estrutura Ecológica da Paisagem: Conceitos e Delimitação - escalas regional e municipal* (1ª ed.).
- Maricato, E. (2006). *Metrópoles Brasileiras*. In P. A. 2006 (Ed.).
- Naveh, Z. (1991). *Some Remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinary ecological and geographical science*.
- Odum, H. T. (1983). *Systems ecology; An introduction*.
- Partidário, M. R. (1999). *Introdução ao Ordenamento do Território*. Lisboa.
- Pellegrino, P. (2000). *Pode-se Planejar a Paisagem?* Paisagem, Ambiente, Ensaios, 13.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., et al. (2008). *Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas*.
- Silva, M. A. T. d. (2009). *O Ambiente Fluvial das Várzeas no Espaço da Metrópole: a Bacia do Pirajuçara na Metropolização de São Paulo*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Takayama, C., Miyazawa, F. L., & Yamasaki, W. (2009). *Exemplos de Planos Diretores de Drenagem Urbana*. São Paulo.
- Tucci, C., E. M. (2008). *Águas Urbanas*.
- Tucci, C. E. M. (2005). *Gestão de águas pluviais urbanas*. In P. d. M. d. S. Saneamento, S. N. d. S. Ambiental & M. d. Cidades (Eds.)

- Tucci, C. E. M., & Collischonn, W. (1998). *Drenagem Urbana e Controle de Erosão* (Simpósio nacional de controle de erosão ed.). Presidente Prudente, São Paulo.
- Zonneveld, I. S., & Forman, R. T. T. (1990). *Changing Landscapes: an ecological perspective*.

Páginas Eletrônicas

- ACRP – Associação Águas Claras do Rio Pinheiros (2009), disponível em <http://aguasclarasdoriopinheiros.org.br/noticias/item/56-conheca-a-bacia-hidrografica-do-rio-pinheiros>, acedida em Abril de 2012.
- APCV – Associação Portuguesa de Corredores Verdes (2011), disponível em http://www.apcverdes.org/?page_id=719, consultado em Junho de 2012.
- ArcPLAN – ArcPLAN Geoprocessamento (2002), disponível em http://www.arcplan.com.br/rededasaguas/nucleo/na_hidrografia.htm, consultado em Junho de 2012.
- Atlas Ambiental (2000), disponível em <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/pagina.php?id=19>, consultado em Março de 2012.
- Cienciaecultura (2003), disponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020, consultado em Maio de 2012.
- Controloambiental (N.D.), disponível em http://www.controleambiental.com.br/codigo_florestal.htm, consultado em Junho de 2012.
- DAEE – Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica (2011)// a) PDMAT3 – Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, disponível em <http://www.pdmat3.com.br/>, consultado em Agosto de 2012. b) <http://www.daee.sp.gov.br/>, consultado em Abril de 2012.
- EC – European Commission (2012), disponível em <http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/276na6.pdf>, consultado em Abril de 2012.
- EPA – United States Environmental Protection Agency (2012),// a) disponível em http://water.epa.gov/polwaste/green/test_lid_index.cfm, consultado em Abril de 2012. b) disponível em http://water.epa.gov/polwaste/green/upload/2008_01_02_NPS_lid_costs07uments_reducingstormwatercosts-2.pdf, consultado em Abril de 2012.

- GIC - Green Infrastructure Center, (2010), disponível em <http://www.gicinc.org/MethodsEcoConcepts.htm>, consultado em Abril de 2012.
- Jornal na net (2010), disponível em <http://www.jornalnnet.com.br/>, consultado em Maio de 2012.
- Labhab (2010), disponível em http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab/biblioteca/produtos/pesquisa_analise_areas-parqueslineares04.pdf, consultado em Agosto de 2012.
- LAM – Landscape Architecture Magazine (2009), disponível em <http://br.zinio.com/reader.jsp?issue=416167138&o=int&prev=si&p=202>, consultado em Março de 2012.
- Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm.
- Leonam (2011), disponível em http://www.leonamsouza.com.br/60hidroanelRMSP_arquivos/60hidroanelRMSP.htm, consultado em Julho de 2012.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente (2012), disponível em <http://www.mma.gov.br/legislacao/areas-protegidas>, consultado em Maio de 2012.
- Naturlink (2009), disponível em <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Agricultura-e-Floresta/content/A-vegetacao-ripicola-como-filtro-biologico-de-nutrientes?bl=1>, consultado em Junho de 2012.
- NE – Natural England, (2012)// a) disponível em <http://www.naturalengland.org.uk/ourwork/landscape/importance/default.aspx>, consultado em Maio de 2012.// b) disponível em http://www.naturalengland.org.uk/Images/GIUpdate_tcm6-11962.pdf, consultado em Março de 2012.
- SABESP, <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=3>, consultado em abril de 2012.
- SIGRH - Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (2012), disponível em http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/pirajussara/arquivos/Indice_Frame.html, consultado em Junho de 2012.
- Subprefeitura Butantã (2009), disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/butanta/historico/>, consultado em Junho de 2012.

- TPG – Travel Pictures Gallery (2012), disponível em <http://www.travel-pictures-gallery.com/>, consultado em Abril de 2012.